



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Renee Tamm

**OSB/3 PLAADI FÜÜSIKALISTE JA MEHAANILISTE
KARAKTERISTIKUTE MUUTUMINE KORDUVATE
LIGUNEMIS- JA KUIVAMISPERIOODIDE TÕTTU**

PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF
OSB/3-BOARDS AFTER REPETITIVE SOAKING AND OVEN-
DRYING

Ehitusinseneriõppe lõputöö
Maaehituse õppekava

Juhendajad: Emeriitdotsent Harri Lille, PhD
Dotsent Regino Kask, PhD

Tartu 2018



Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Renee Tamm		Õppekava: Maaehitus	
Pealkiri: OSB/3 plaadi füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute muutumine korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu			
Lehekülgi: 157	Jooniseid: 65	Tabeleid: 31	Lisasid: 111
Osakond/Õppetool: ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Juhendaja(d): Kaitsmiskoht ja -aasta:		Maaehituse osakond Loodusteadused ja tehnika; T220 em-dots. Harri Lille, dots. Regino Kask Tartu, 2018	
<p>Magistritöö eesmärgiks oli uurida OSB/3 plaadi füüsikalisi ja mehaanilisi karakteristikuid (paindetugevus, -elastsusmoodul, pinnakõvadus, paksusesse pundumine, pikenemine ja niiskussisaldus) korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu ning võrrelda tulemusi Siim Kallau magistritöös saadud tulemustega. Katsekehad lõigati kahest identsest SWISS KRONO poolt toodetud OSB/3 plaadist mõõtmega 2500 x 1250 x 12 mm ning mille valmis lõigatud katsekeha servad kaeti hüdroisolatsiooni mastiksiga.</p> <p>Pinnakõvaduse katse teostati Rahvusvahelise standardi (ISO) järgi. Ülejäänud lõikamised, mõõtmised ja katsed teostati Euroopa standardite (EN) järgi. Kõigepealt lõigati plaatidest katsekehad piki- ja ristisuunas, mis märgistati, kaaluti ja mõõdeti. Seejärel teostati katsekehadele nii mitu ligunemis- ja kuivamisperioodi, kui katsekehadele oli märgitud. Maksimaalselt oli kümme 24-tunnist ligunemis- ja 48-tunnist kuivamisperioodi. Poolte katsekehadele tehti mõõtmised, kaalumised ja katsed kohe peale ligunemisest võtmist. Ülejäänud poolte katsekehadele tehti katsed pärast konditsioneerimiskapis hoidmist, kui katsekehad olid saavutanud püsiva kaalu 24-tunniste mõõtmiste järel. Paindetugevuse, -elastsusmooduli ja pinnakõvaduse leidmiseks kasutati universaalse katsemasinat INSTRON 3369. Pundumine määrati mikromeetriga. Niiskussisalduse saamiseks kaaluti kehad peale igat katset. Katsekehade pikenemine leiti mikroskoobi ja mehaanilise lauda abiga. Peale katseid analüüsiti katsetulemusi ja võrreldi nii omavahel kui ka Siim Kallau tööga. Loodi lähenduskõverad katsetulemuste ennustamiseks peale x arv kordi.</p> <p>Magistritöö tulemuseks saadi, et peale esimest ligunemis- ja kuivamisperioodi kaotasid katsekehad kõige rohkem oma näitajates. Teisest perioodist alates vähenesid pinnakõvaduse, -elastsusmooduli ja paindetugevuse tulemused aeglasemalt. Pundumine ja niiskussisaldus suurenes iga perioodiga. Pikenemine jäi kõikide perioodide lõikes samale tasemele. Võrdluses Siim Kallau tööga, jäid selle töö mõõtmistulemused kas võrdseks või mõnel juhul kehvemaks.</p>			
Märksõnad: OSB, pinnakõvadus, paindetugevus, paindeelastsusmoodul, pundumine, pikenemine, niiskussisaldus			



Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Renee Tamm		Speciality: Rural building	
Title: Physical and mechanical characteristics of OSB/3-boards after repetitive soaking and oven-drying			
Pages: 157	Figures: 65	Tables: 31	Appendixes: 111
Department / Chair:		Rural building	
Field of research and (CERC S) code:		Natural Sciences and Engineering, T220	
Supervisors:		Assoc. prof. emer. Harri Lille, Assoc. prof. Regino Kask	
Place and date:		Tartu, 2018	
<p>The purpose of this Master’s thesis is to study OSB/3-board physical and mechanical characteristics (modulus of rupture, modulus of elasticity, static hardness, swelling in thickness, linear expansion and moisture content) after repetitive soaking and oven-drying and to compare results with Siim Kallau’s Master's thesis. Test samples were cut from two identical 2500 x 1250 x 12 mm OSB/3-boards which were made by SWISS KRONO. The sides of cut test samples were coated with waterproofing mastic.</p> <p>Static hardness was done by following International standards (ISO). Rest of cutting, measurements and tests were done by following European standards (EN). First of all, test samples were cut lengthwise and perpendicular to boards, which then got marked, weighted and measured. After that there were as many soaking and oven-drying periods, as were marked on the test samples. There were maximum ten 24 hour soaking and 48 hour oven-drying periods. With half of the test samples measurements, weighting and tests were done after every soaking. After holding half of the other test samples in environmental test chamber as long as they reached the requisite weight between 24-hour weights and then test were performed with them. Universal testing machine INSTRON 3369 was used for finding MOR (modulus of rupture), MOE (modulus of elasticity) and static hardness. Swelling in thickness was found with the help of micrometer. Moisture content were found by weighting test samples after every test. Test results were later analysed and compared both with each other and also with Siim Kallau’s Master’s thesis. Approximation curves were made to predict test results after x number of times.</p> <p>The results of the Master's thesis were, that after first soaking and oven-drying period, test samples lost most of their indicators. From second period and onwards, MOR, MOE and static hardness values lowered slower. Swelling in thickness and moisture content values got bigger but linear expansion stayed the same after every period. In comparison with Siim Kallau’s work, test results were the same or sometimes a little bit worse.</p>			
Keywords: OSB, static hardness, modulus of rupture, modulus of elasticity, swelling in thickness, linear expansion, moisture content			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	8
1. OSB PLAADI ÜLEVAADE	10
1.1. OSB plaat	10
1.2. OSB plaadi ajalugu	10
1.3. OSB tootmine ja kasutusala	11
2. KATSESEADMED, VAHENDID, METOODIKA	14
2.1. Katseseadmed	14
2.1.1. Katsekehade väljalõikamise pink	14
2.1.2. Katsekehade kuivatamis- ja konditsioneerimisseadmed	14
2.1.3. Pinnakõvaduse, paindetugevuse ja -elastsusmooduli määramisseade	16
2.1.4. Andmete töötlemise programm	17
2.1.5. Katsekehade puurimisseadeldis	18
2.1.6. Katsekehade mõõtmisseadeldis	18
2.2. Katsevahendid	19
2.2.1. Katsekehade mõõtmise seadeldised	19
2.2.2. Katsekehade külgede veekindlaks muutmise vahend	21
2.2.3. Katsekehade leotamise vahend	21
2.3. Katsete metoodika	22
2.3.1. OSB plaadist katsekehade lõikamine	22
2.3.2. Mõõtmete määramine katsekehadel	24
2.3.3. Katsekehade külgede katmine mastiksiga	24
2.3.4. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse määramine katsekehadel	25
2.3.5. Pinnakõvaduse määramine katsekehadel	28
2.3.6. Niiskussisalduse määramine katsekehadel	29
2.3.7. Paksusesse pundumise määramine katsekehadel	30
2.3.8. Lineaarne pikenemine ja lühenemine	31
2.3.9. Katsetulemuste kirjeldamine	32
3. KATSETULEMUSTE ANALÜÜS	36
3.1. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse katsetulemuste analüüs	36
3.1.1. Paindetugevuse katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral	36
3.1.2. Paindeelastsusmooduli katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral	41
3.1.3. Paindeelastsusmooduli seos paindetugevusega niiskete katsekehade korral	46
3.1.4. Paindetugevuse katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral	48
3.1.5. Paindeelastsusmooduli katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral	56
3.1.6. Paindeelastsusmooduli seos paindetugevusega kuivade katsekehade korral	64
3.2. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs	67
3.2.1. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral	67
3.2.2. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral	70
3.3. Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs	74

3.3.1.	Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral	75
3.3.2.	Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral	77
KOKKUVÕTE		86
KASUTATUD KIRJANDUS		90
LISAD		92
Lisa 1.	Katseperioodi 0p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	93
Lisa 2.	Katseperioodi 0r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	93
Lisa 3.	Katseperioodi 1p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	93
Lisa 4.	Katseperioodi 1r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	94
Lisa 5.	Katseperioodi 2p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	94
Lisa 6.	Katseperioodi 2r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	95
Lisa 7.	Katseperioodi 3p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	95
Lisa 8.	Katseperioodi 3r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	96
Lisa 9.	Katseperioodi 4p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	96
Lisa 10.	Katseperioodi 4r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	97
Lisa 11.	Katseperioodi 5p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	97
Lisa 12.	Katseperioodi 5r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	98
Lisa 13.	Katseperioodi 6p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	98
Lisa 14.	Katseperioodi 6r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	99
Lisa 15.	Katseperioodi 7p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	99
Lisa 16.	Katseperioodi 7r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	100
Lisa 17.	Katseperioodi 8p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	100
Lisa 18.	Katseperioodi 8r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	101
Lisa 19.	Katseperioodi 9p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	101
Lisa 20.	Katseperioodi 9r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	102
Lisa 21.	Katseperioodi 10p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	102
Lisa 22.	Katseperioodi 10r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	103
Lisa 23.	Katseperioodi 11p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	103
Lisa 24.	Katseperioodi 11r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused	103
Lisa 25.	Katseperioodi 0p pinnakõvaduse katsetulemused	104
Lisa 26.	Katseperioodi 0r pinnakõvaduse katsetulemused	104
Lisa 27.	Katseperioodi 1p pinnakõvaduse katsetulemused	105
Lisa 28.	Katseperioodi 1r pinnakõvaduse katsetulemused	106
Lisa 29.	Katseperioodi 2p pinnakõvaduse katsetulemused	107
Lisa 30.	Katseperioodi 2r pinnakõvaduse katsetulemused	108
Lisa 31.	Katseperioodi 3p pinnakõvaduse katsetulemused	109
Lisa 32.	Katseperioodi 3r pinnakõvaduse katsetulemused	110
Lisa 33.	Katseperioodi 4p pinnakõvaduse katsetulemused	111
Lisa 34.	Katseperioodi 4r pinnakõvaduse katsetulemused	112
Lisa 35.	Katseperioodi 5p pinnakõvaduse katsetulemused	113
Lisa 36.	Katseperioodi 5r pinnakõvaduse katsetulemused	114
Lisa 37.	Katseperioodi 6p pinnakõvaduse katsetulemused	115
Lisa 38.	Katseperioodi 6r pinnakõvaduse katsetulemused	116
Lisa 39.	Katseperioodi 7p pinnakõvaduse katsetulemused	117

Lisa 40. Katseperioodi 7r pinnakõvaduse katsetulemused	118
Lisa 41. Katseperioodi 8p pinnakõvaduse katsetulemused	119
Lisa 42. Katseperioodi 8r pinnakõvaduse katsetulemused	120
Lisa 43. Katseperioodi 9p pinnakõvaduse katsetulemused	121
Lisa 44. Katseperioodi 9r pinnakõvaduse katsetulemused	122
Lisa 45. Katseperioodi 10p pinnakõvaduse katsetulemused	123
Lisa 46. Katseperioodi 10r pinnakõvaduse katsetulemused	124
Lisa 47. Katseperioodi 11p pinnakõvaduse katsetulemused	125
Lisa 48. Katseperioodi 11r pinnakõvaduse katsetulemused	125
Lisa 49. Katseperioodi 1p paksusesse pundumise katsetulemused	126
Lisa 50. Katseperioodi 1r paksusesse pundumise katsetulemused	126
Lisa 51. Katseperioodi 2p paksusesse pundumise katsetulemused	127
Lisa 52. Katseperioodi 2r paksusesse pundumise katsetulemused	127
Lisa 53. Katseperioodi 3p paksusesse pundumise katsetulemused	128
Lisa 54. Katseperioodi 3r paksusesse pundumise katsetulemused	128
Lisa 55. Katseperioodi 4p paksusesse pundumise katsetulemused	129
Lisa 56. Katseperioodi 4r paksusesse pundumise katsetulemused	129
Lisa 57. Katseperioodi 5p paksusesse pundumise katsetulemused	130
Lisa 58. Katseperioodi 5r paksusesse pundumise katsetulemused	130
Lisa 59. Katseperioodi 6p paksusesse pundumise katsetulemused	131
Lisa 60. Katseperioodi 6r paksusesse pundumise katsetulemused	131
Lisa 61. Katseperioodi 7p paksusesse pundumise katsetulemused	132
Lisa 62. Katseperioodi 7r paksusesse pundumise katsetulemused	132
Lisa 63. Katseperioodi 8p paksusesse pundumise katsetulemused	133
Lisa 64. Katseperioodi 8r paksusesse pundumise katsetulemused	133
Lisa 65. Katseperioodi 9p paksusesse pundumise katsetulemused	134
Lisa 66. Katseperioodi 9r paksusesse pundumise katsetulemused	134
Lisa 67. Katseperioodi 10p paksusesse pundumise katsetulemused	135
Lisa 68. Katseperioodi 10r paksusesse pundumise katsetulemused	135
Lisa 69. Katseperioodi 1p katsekehade pikenemise katsetulemused	136
Lisa 70. Katseperioodi 1r katsekehade pikenemise katsetulemused	136
Lisa 71. Katseperioodi 2p katsekehade pikenemise katsetulemused	137
Lisa 72. Katseperioodi 2r katsekehade pikenemise katsetulemused	137
Lisa 73. Katseperioodi 3p katsekehade pikenemise katsetulemused	138
Lisa 74. Katseperioodi 3r katsekehade pikenemise katsetulemused	138
Lisa 75. Katseperioodi 4p katsekehade pikenemise katsetulemused	139
Lisa 76. Katseperioodi 4r katsekehade pikenemise katsetulemused	139
Lisa 77. Katseperioodi 5p katsekehade pikenemise katsetulemused	140
Lisa 78. Katseperioodi 5r katsekehade pikenemise katsetulemused	140
Lisa 79. Katseperioodi 6p katsekehade pikenemise katsetulemused	141
Lisa 80. Katseperioodi 6r katsekehade pikenemise katsetulemused	141
Lisa 81. Katseperioodi 7p katsekehade pikenemise katsetulemused	142
Lisa 82. Katseperioodi 7r katsekehade pikenemise katsetulemused	142
Lisa 83. Katseperioodi 8p katsekehade pikenemise katsetulemused	143

Lisa 84. Katseperioodi 8r katsekehade pikenemise katsetulemused	143
Lisa 85. Katseperioodi 9p katsekehade pikenemise katsetulemused	144
Lisa 86. Katseperioodi 9r katsekehade pikenemise katsetulemused	144
Lisa 87. Katseperioodi 10p katsekehade pikenemise katsetulemused	145
Lisa 88. Katseperioodi 10r katsekehade pikenemise katsetulemused	145
Lisa 89. Katseperioodi 11p katsekehade pikenemise katsetulemused	146
Lisa 90. Katseperioodi 11r katsekehade pikenemise katsetulemused	146
Lisa 91. Katseperioodi 1p niiskussisalduse katsetulemused	146
Lisa 92. Katseperioodi 1r niiskussisalduse katsetulemused	147
Lisa 93. Katseperioodi 2p niiskussisalduse katsetulemused	147
Lisa 94. Katseperioodi 2r niiskussisalduse katsetulemused	148
Lisa 95. Katseperioodi 3p niiskussisalduse katsetulemused	148
Lisa 96. Katseperioodi 3r niiskussisalduse katsetulemused	149
Lisa 97. Katseperioodi 4p niiskussisalduse katsetulemused	149
Lisa 98. Katseperioodi 4r niiskussisalduse katsetulemused	150
Lisa 99. Katseperioodi 5p niiskussisalduse katsetulemused	150
Lisa 100. Katseperioodi 5r niiskussisalduse katsetulemused	151
Lisa 101. Katseperioodi 6p niiskussisalduse katsetulemused	151
Lisa 102. Katseperioodi 6r niiskussisalduse katsetulemused	152
Lisa 103. Katseperioodi 7p niiskussisalduse katsetulemused	152
Lisa 104. Katseperioodi 7r niiskussisalduse katsetulemused	153
Lisa 105. Katseperioodi 8p niiskussisalduse katsetulemused	153
Lisa 106. Katseperioodi 8r niiskussisalduse katsetulemused	154
Lisa 107. Katseperioodi 9p niiskussisalduse katsetulemused	154
Lisa 108. Katseperioodi 9r niiskussisalduse katsetulemused	155
Lisa 109. Katseperioodi 10p niiskussisalduse katsetulemused	155
Lisa 110. Katseperioodi 10r niiskussisalduse katsetulemused	156
Lisa 111. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	157

SISSEJUHATUS

OSB plaat on Eesti ehitusmaastikul laialdaselt levinud, kuna tal on suhteliselt odav hind ning head tugevus- ja paindeomadused. Tänu neile omadustele on OSB plaat kasutuses nii konstruktsioonides kui ka abimaterjalina. Selle tõttu oli vajalik aru saada, kas ja kuidas OSB plaadi füüsikalised ja mehaanilised omadused muutuvad veega kokkupuutel.

Lõputöö eesmärgiks oli uurida OSB/3 plaadi füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute muutumist ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu. Täiendavalt uuriti paindetugevust, paindeelastsusmoodulit, pinnakõvadust, pundumist, kokkutõmbuvust ja pikenemist.

OSB/3 plaadi mehaaniliste ja füüsikaliste omaduste muutumist pärast kümnekordset ligunemise ja väljakuivamise tsüklit on varem samuti Eesti Maaülikoolis uurinud Siim Kallau oma 2014. aasta magistritöös [1]. Siim Kallau tööga võrreldes olid katsekehade küljed kaetud hüdroisolatsioonimastiksiga ja kuivatusaeg kuivatuskapis on 24 tunnilt tõstetud 48 tunnile.

Katsekehade küljed kaeti töös hüdroisolatsioonimastiksiga, et tagada reaalsemad tulemused ja vältida vee imendumist külgedelt. Kuna OSB plaadi mõõtmed on originaalis 2500 x 1250 mm, mitte 290 x 50 mm, siis suurel plaadil imendub vesi suuremal osal pealmiselt ja alumisel pinnalt. Samas tõsteti kuivamisaega kuivatuskapis 24 tunnilt 48 tunnile, et tagada kehade täielik kuivamine ja katsekehade niiskusprotsendi õige määramine enne järgmist katseperioodi. Katsetulemusi võrreldi omavahel ja samas ka Siim Kallau tööga. Kuigi tööd on sarnased meetodikalt, siis suurim erinevus seisneb külgede hüdroisolatsioonimastiksiga katmises. See andis võimaluse võrrelda, kas külgede katmine annab ka reaalseid tulemusi.

Kahest identsest Swiss Krono OSB/3 plaadist mõõtudega 2500 x 1250 mm ja paksusega 12 mm lõigati katsekehad. Plaadid koosnevad kolmest omavahel risti olevast laastuplaadi kihist, mis on omavahel ühendatud liimi ja parafiini emulsiooniga. Kahest plaadist lõigati 132 katsekeha piki plaati ja 132 katsekeha ristiplaati. Kokku lõigati 264 katsekeha, mille kõik küljed kaeti hüdroisolatsioonimastiksiga.

Kõik katsekehad olid plaadi pealmise poole järgi märgitud ja mõõdetud. Katsekehadel mõõdeti pikkus, pikkuse mõõtmiseks markerite vaheline kaugus, laius keskelt, paksus mõlemast otsast 25 mm kauguselt ja keskelt ning mass. Piki- ja ristisuunas lõigati 10 korduva perioodi katsekehad, millest igas perioodis oli 24 katsekeha ning 2 perioodi katsekehad, millest igas perioodis oli 12 katsekeha. 1. – 10. korduva perioodi 1. – 12. katsekehad mõõdeti ja katsetati niiskelt. 13. – 24. katsekehad mõõdeti 65% suhtelise õhuniiskuse juures ning katsetati 65% õhuniiskuse juures. 0. perioodi 12. katsekeha kuivatati, mõõdeti ja katsed tehti 0% niiskuse juures. 11. perioodi 12. katsekeha kuivatati, mõõdeti ja katsed tehti 65% suhtelise õhuniiskuse juures. Nii 0. kui ka 11. periood olid võrdluseks, et näha materjali füüsikalisi ja mehaanilisi omadusi erinevate õhuniiskuste tasemete juures.

Katsetulemuste võrdlemiseks ja töötlemiseks kasutati arvutiprogramme Microsoft Office Excel 2016 ja PTC Mathcad 15. Excel 2016 kasutati katsetulemuste võrdlemisteks ja jooniste tegemiseks. Mathcad 15 kasutati regressioonikõvera *genfit* leidmisel (V_x , V_y , v_g , F).

1. OSB PLAADI ÜLEVAADE

1.1. OSB plaat

OSB (*Oriented strand board*) on olemuselt puitlaastplaat, mis koosneb kolmest kuni viiest laastukihist, mille kihid on omavahel asetatud risti. Kihid moodustatakse õhukestest, pikkadest ja kitsastest laastudest, mis on kihis samasihiliselt joondatud. Plaatides laastude omavahel kokku liimimiseks kasutatakse karbamiidivaikliimi või fenoolvaigu pulberliimi (umbes 2,5% laastude kuivkaalust) [2]. Laastude mõõdud varieeruvad tavaliselt 0,5 – 2 mm paksuse, 50 – 100 mm pikkuse ja 5 – 50 mm laiuse juures. OSB plaate toodetakse paksusega 6 – 40 mm, pikkusega 2440 mm, 2500 mm, laiusega 1200 mm, 1220 mm, 1250 mm. Plaatide tihedus on umbes 600 – 680 kg/m³ kohta. [3]

1.2. OSB plaadi ajalugu

Ajalooliselt on metsaraie ja puidutööstuse jäägid pakkunud utiliseerimise väljakutse raiega ning tootmisega seonduvatele ettevõtetele. Selle tõttu hakati otsima võimalusi, et kasutada ära puidutööstusest üle jäävaidprodukte. Probleem seisnes selles, et pärast saeveski või vineeritehase tööd läks ikkagi umbes 60% kohale toodud palkide massist ülejäägiks. Selle ajani oli jääkprodukte kasutatud lindude allapanuks, puusöe ja küttepuude tegemiseks. Kuna aga puidutöötlemisekogused suurenesid aastast aastasse, siis oli tehastel vaja kiiremini jääkproduktist lahti saada. Selleks kasutati koonusekujulisi põleteid ja põletuskuhjasid, mis vabanesid küll kiiresti ülejääkidest, kuid majanduslikult polnud kasulikud ning saastasid loodust. [4]

OSB plaadi ajalugu ulatub tagasi 1920-date aastate juurde, kui leiti võimalus kasutada jääkprodukte puitkiudplaatide tootmiseks. Esialgu valmistati puitkiudplaate puidu laastudest saadud paberimassi mattidest. See lõi alguse edaspidiseks arenguks. Esimesed puitlaastplaadid on väidetavalt turule toodud 1941. aasta paiku Saksamaal, Bremenis ning nende valmistamisel kasutati fenoolseid sideaineid ja kuuse osakesi. 1949 aastal arendati OSB plaadi eelkäija vahvelplaat (*waferboard*), kui sooviti atraktiivset ja dekoratiivset

seinapaneeli. Vahvelplaadil olid piisavad tugevusomadused, kuid jäikusomadused andsid soovida. Sellest tulenevalt tuldi välja 1978. aastal helvesplaatidega (*flakeboard*), mille helbed olid pikemad ja kitsamad kui vahvelplaatidel. Pidev arendustöö nende plaatide kallal viis selleni, et suvaliselt orienteeritud helvestelt liiguti üle orienteeritud kolmekihiliste laastuplaatide peale. Tänu sellele saavutas OSB plaat 1980 aastatel edu ning pakkus konkurentsi vineerile ja täispuit toodetele. [4]

Esialgse OSB plaadi ehk *waferboardi* leiutas ja lasi patenteerida Armin Elmendorf 1965. aastal [5]. Sellest ajast peale on tootjad aktiivselt katsetanud erinevate puidulaastu pikkustega, laiustega, paksustega, laastude suuna ja kihtide kogustega, laastude niiskussisaldusega kuumpressimisel, liimi tüübi ja kogustega, et OSB plaati järjest tugevamaks ja vastupidavamaks teha. [4]

1.3. OSB tootmine ja kasutusala

OSB plaate toodetakse madala kvaliteediga väiksema diameetriga palkidest, puidutööstuse toomisjääkidest ja metsamajanduse hooldustöödest üle jäävatest puudest, millest ei saa valmistada vineeri ega massiivpuidutooteid. Vastavalt soovile on saadaval soonteta ja soonega plaadid, mille kahel küljel on punn ning ülejäänud kahel küljel on soon. OSB plaadi massist moodustavad puidulaastud üle 90%, vaha ja vaigu emulsioon ligikaudu 10% [6].

Plaat toodetakse erinevatesse keskkondadesse ja erinevate tugevusomadustega. Standardis EVS-EN 300:2006 on välja toodud OSB plaatide klassifikatsioon (tabel 1).

Tabel 1. OSB klassifikatsioon [7]

OSB/1	Üldise otstarbe jaoks mittekandvad plaadid kuivadesse tingimustesse
OSB/2	Koormust kandvad plaadid kuivadesse tingimustesse
OSB/3	Koormust kandvad plaadid niisketesse tingimustesse
OSB/4	Suurt koormust kandvad plaadid niisketesse tingimustesse

Standardis EVS-EN 300:2006 on välja toodud peale klassifikatsiooni ka OSB plaadi üld- ja kvaliteedinõuded vastavalt plaadi klassile. Selles magistritöös on kasutatud OSB/3 plaati ja sellest lähtuvalt on välja toodud järgnevates tabelites ka üldnõuded (tabel 2) ning kvaliteedinõuded (tabel 3).

Tabel 2. Üldnõuded OSB plaatidele [7]

Nr.	Omadus	Testi meetod	Nõuded
1 ^{a b}	Nominaalmõõtmete tolerantsid: - Paksus (lihvitud) - paksus (lihvimata) - pikkus ja laius	EN 324–1	$\pm 0,3$ mm $\pm 0,8$ mm $\pm 3,0$ mm
2 ^{a b}	Serva sirguse tolerantsid	EN 324–2	1,5 mm/m
3 ^{a b}	Täisnurksuse tolerants	EN 324–2	2,0 mm/m
4 ^a	Niiskussisaldus	EN 322	2% kuni 12%
5 ^b	Tolerants ühe plaadi keskmise tiheduse jaoks	EN 323	$\pm 15\%$
6 ^c	Formaldehüüdi vabanemine EN 13986 järgi		
	- Klass E 1	EN 120 EN 717–1	≤ 8 mg/100 g $\leq 0,124$ mg/m ³
	- Klass E 2	EN 120 EN 717–1	≥ 8 mg/100 g ≤ 30 mg/100 g $\geq 0,124$ mg/m ³
a) Mõned OSB kasutajad vajavad teise tolerantse (vaata teist standardit, EN 12871).			
b) Need väärtused on antud 65% suhtelise õhuniiskuse ja 20 °C juures.			
c) Rohkema info saamiseks formaldehüüdi nõuete ja klasside kohta vaata standardit EN 13986.			

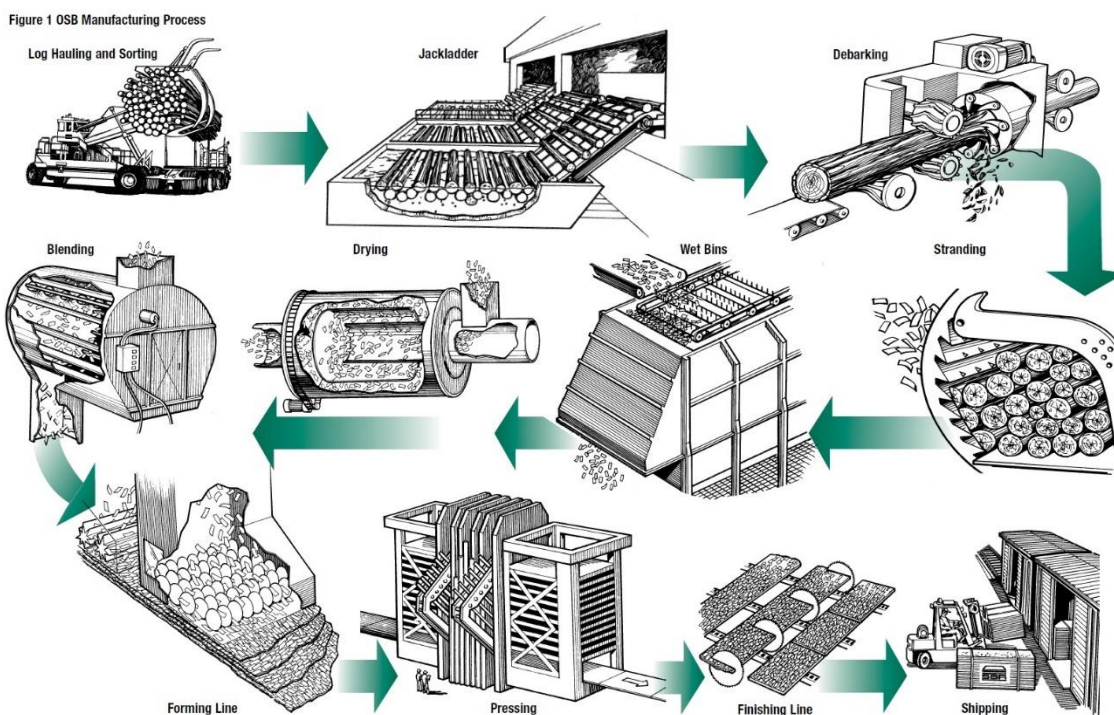
Tabel 3. OSB/3 plaadi nõuded

Plaadi tüüp OSB/3 Omadus	Testi meetod	Ühik	Nõuded				
			Plaadi paksuste vahemik (mm, nominaalne)				
			6 – 10	>10 – <18	18 – 25	>25 – <32	>32 – 40
Paindetugevus – põhiteljel	EN 310	N/mm ²	22	20	18	16	14
Paindetugevus – abiteljel	EN 310	N/mm ²	11	10	9	8	7
Paindeelastsus-moodul – põhiteljel	EN 310	N/mm ²	3500	3500	3500	3500	3500
Paindeelastsus-moodul – abiteljel	EN 310	N/mm ²	1400	1400	1400	1400	1400
Siseside	EN 319	N/mm ²	0,34	0,32	0,30	0,29	0,26
Paisumine paksuses – 24 tundi vees	EN 317	%	15	15	15	15	15
Tootja poolt on plaadid kasutuskoha järgi märgistatud – põrand, seinad, katus.							

OSB plaadi tootmise saab jagada järgnevateks sammudeks (joonis 1):

- 1) peale raiet tuuakse palgid tehasesse ning sorteeritakse;
- 2) palgid leotatakse, et eemaldada jää ning valmistada nad ette edaspidiseks töötluks;
- 3) selles etapis eemaldatakse puult koor, mida saab kasutada tehases näiteks kütusena;

- 4) järgnevalt lõigatakse palkidest tehases kasutatava suurusega laastud;
- 5) seejärel suunatakse laastud vee salvedesse, mis toimivad ka tooraine reservuaaridena;
- 6) laastud kuivatatakse, kuni on saavutatud soovitud niiskussisaldus;
- 7) peale kuivatust segatakse laastud ja liim omavahel automatiseeritud konteinerites;
- 8) liimiga segatud laastud suunatakse lindile üksteise suhtes risti olevate kihtidena ning moodustatakse vastava paksusega laastuvaip;
- 9) mitmekorruselised pressid pressivad suure kuumuse all laastuvaibad OSB plaatideks;
- 10) plaadid jahutatakse, lõigatakse mõõtu, markeeritakse standardi vastavuse märgiga, pannakse pakkidesse
- 11) OSB plaadipakid on valmis transportimiseks tootmise laost.



Joonis 1. OSB tootmisprotsess [8].

OSB plaate kasutatakse enamasti ehitusel oma suhteliselt madala hinna ja heade tugevusnäitajate pärast. Plaat on kerge töödelda ning nad on keskkonnasõbralikud. Kasutusala: põranda-, seina- ja laeplaatidena, katusel, I-talade tootmisel, piiretena, ehitusavade sulgemiseks, betoonvormide raketisena. Peale ehituse, kasutatakse OSB plaate ka mööbli- ja tiseritööstuses, pakenditööstuses, laevades, rongides. [2]

2. KATSESEADMED, VAHENDID, METOODIKA

2.1. Katseseadmed

2.1.1. Katsekehade väljalõikamise pink

Katsekehade väljalõikamine OSB plaadist teostati formaatsaega GRIGGIO SC 32 (joonis 2). Masina võimsus on 4 kW, saeketta läbimõõt on 315 mm ja saetee laius on 3,2 mm [9].



Joonis 2. Formaatsaag GRIGGIO SC 32.

2.1.2. Katsekehade kuivatamis- ja konditsioneerimisseadmed

Kuivatuskappe Memmert ULE 500 (joonis 3 – a) ja Memmert ULE 600 (joonis 3 – b) kasutati katsekehade kuivatamiseks. Memmert ULE 500 võimsus on 2000 W, kapi mahtuvus 108 liitrit ning maksimaalne temperatuur 220°C. Memmert ULE 600 võimsus on 2400 W, kapi mahtuvus 256 liitrit ning maksimaalne temperatuur 220°C. Kuivatuskappidel on automaatne temperatuuri säätamise võimalus ning digitaalne temperatuurinäidik. [10]



a



b

Joonis 3. Kuivatuskapid: a – Memmert ULE 500; b – Memmert ULE 600.

Memmert CTC 256 (joonis 4) kasutati katsekehade konditsioneerimiseks. Konditsioneerimiskapi võimsus on 7000 W. Kapp mahutab 256 liitrit, suudab hoida õhuniiskust 10-98% ning valitud temperatuuri vahemikus -42°C kuni 190°C . [11]

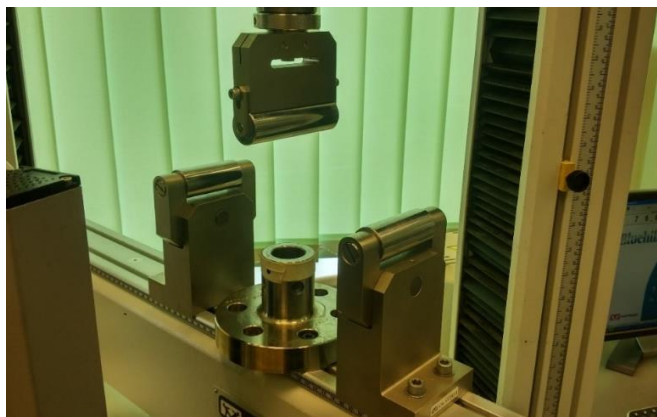


Joonis 4. Konditsioneerimiskapp Memmert CTC 256.

2.1.3. Pinnakõvaduse, paindetugevuse ja -elastsusmooduli määramisseade

Universaalsed katsemasinat INSTRON 3369 kasutati käesolevas töös pinnakõvaduse, paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli määramiseks. Katsemasina maksimaalne surumis- ja tõmbamisjõud on 50 kN, maksimaalne kiirus 50 mm/min ja vertikaalne kõrgus 1,193 m. Masinal saab vahetada koormuspäid ja tugesid. [12]

Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse määramiseks tuli paigaldada masinale surumisvarda külge silindriline pea ning aluse külge 2 silindrilist tuge (joonis 5 – a). Pinnakõvaduse määramiseks tuli katsemasinale paigaldada tasapinnale tugi ja poolkerakujuline koormuspea (joonis 5 – b).



a



b

Joonis 5. INSTRONI mõõtmise seadistused: a – paindetugevuse ja -elastsusmooduli mõõtmise seadistus; b – pinnakõvaduse mõõtmise seadistus.

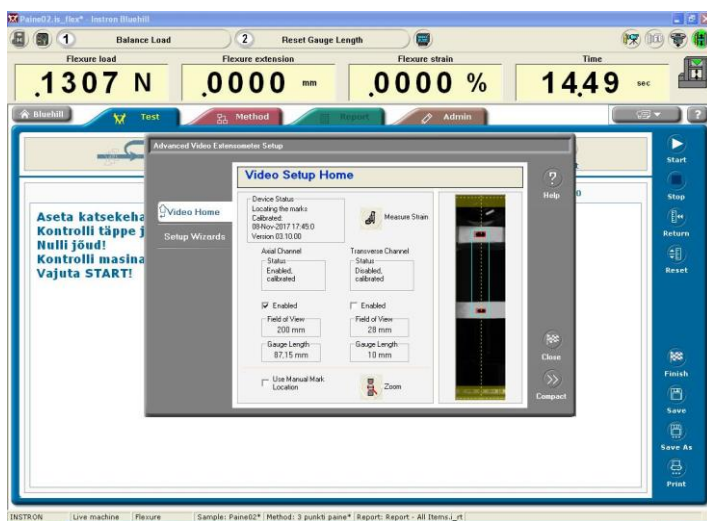
Optiline tensomeeter INSTRON Advanced Video Extensometer 2663-821 (joonis 6) mõõtis kehade deformatsiooni katsete käigus ning edastas andmed arvutisse.



Joonis 6. Optiline tensomeeter INSTRON Advanced Video Extensometer 2663-821.

2.1.4. Andmete töötlemise programm

Katseandmete töötlemiseks ja salvestamiseks kasutati INSTRONI poolt loodud arvutiprogrammi Bluehill® (joonis 7), millega katsemasin oli ühendatud.



Joonis 7. Arvutiprogramm Bluehill® koos optilise tensomeetri aknaga.

2.1.5. Katsekehade puurimisseadeldis

Katsekehade mõlemasse otsa puuriti 5 mm kaugusele otsast 1,3 mm suurune auk. Selleks kasutati puurpink Bosch PBD 40 (joonis 8), mille võimsuseks on 710 W, maksimaalseks pöörlemiskiiruseks 2500 pööret minutis. Seadmel on võimalik sobiv puurimiskiirus vastavalt vajadusele ise valida nupust keerates. [13]



Joonis 8. Puurimispink Bosch PBD 40.

2.1.6. Katsekehade mõõtmisseadeldis

Katsekehade otstesse puuritud aukudesse paigaldatud markerite lineaarseid kaugusi üksteisest mõõdeti mikroskoobi Nikon SMZ 745T (joonis 9) ja mehaaniliselt liigutatava laua RINNTECH® LINTAB™ 6 (joonis 10) abiga, mis olid ühendatud arvutiga. Mehaanilise laua täpsusklass on 1/1000 mm [14]. Arvutiprogrammist TSAP-Win™ saadi kätte markerite omavaheline kaugus. Mikroskoobi optiline suurendus on 0,67 – 5x. Mikroskoobi küljes on

objektiiv Nikon G-AL 2x, okulaarid Nikon C-W 10x/22 ja digitaalkaamera Nikon DIGITAL SIGHT DS-12 (joonis 9). [15]



Joonis 9. Mikroskoop Nikon SMZ 745T, okulaarid Nikon C-W 10x/22, digitaalkaamera Nikon DIGITAL SIGHT DS-12, objektiiv Nikon G-AL 2x.



Joonis 10. Mehaaniliselt liigutatav laud RINNTECH® LINTAB™ 6.

2.2. Katsevahendid

2.2.1. Katsekehade mõõtmise seadeldised

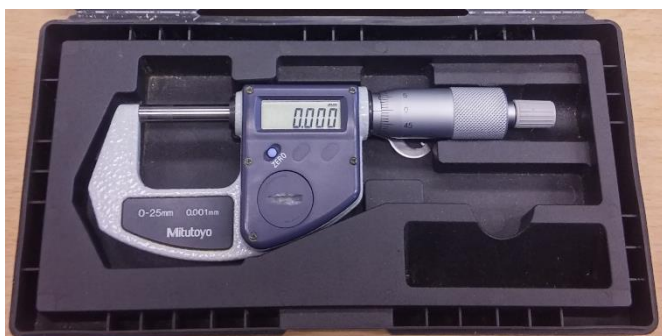
Katsekehade laiuse mõõtmiseks kasutati digitaalset nihkkaliiberit Scala , mille täpsusklass on 1/100 mm ja mõõtevahemik 0 – 300 mm (joonis 11).

Katsekehade paksuse mõõtmiseks kasutati digitaalset mikromeetrit Mitutoyo 293-805, mille täpsusklass on 1/1000 mm ja mõõtevahemik 0 – 25 mm (joonis 12).

Katsekehade kaalu teada saamiseks kasutati digitaalset kaalu KERN PLB 1000-2, mille täpsusklass on 1/100 g ja maksimaalne koormus kaalutaval kehal 1 kg (joonis 13).



Joonis 11. Digitaalne nihkkaliiber Scala.



Joonis 12. Digitaalne mikromeeter Mitutoyo 293-805.



Joonis 13. Digitaalne kaal KERN PLB 1000-2.

2.2.2. Katsekehade külgede veekindlaks muutmise vahend

Katsekehade küljed võõbati üle hüdroisolatsioonimastiksiga Kiilto OY tootega FIBERGUM (joonis 14). Võõpamiseks kasutati rullikomplekti koos aluse ja pintsliga.



Joonis 14. KIILTO OY Fibergum hüdroisolatsioonimastiks [19].

2.2.3. Katsekehade leotamise vahend

Katsekehasid leotamiseks kasutati viite 50 liitrist veevanni (joonis 15).



Joonis 15. 50 L vann katsekehade leotamiseks.

2.3. Katsete metoodika

2.3.1. OSB plaadist katsekehade lõikamine

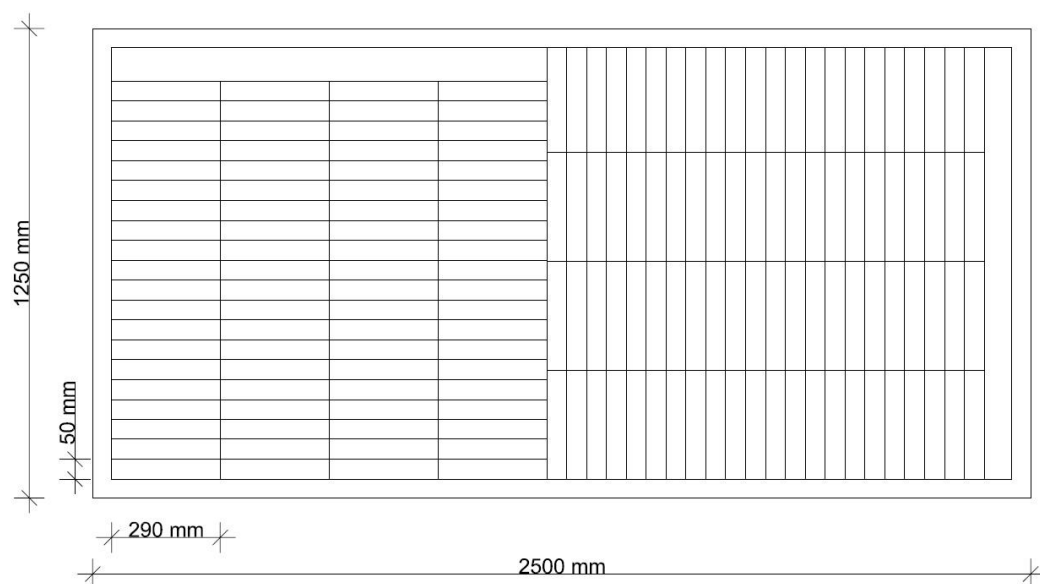
Katsekehad on lõigatud kahest Swiss Krono OSB/3 plaadist mõõtudega 2500 x 1250 x 12 mm. Katsekehade väljalõikamiseks, proovide võtuks ja tulemuste väljendamiseks kasutati standardit EVS–EN 326–1:2002. Kuna näitajad plaatide vahel ja isegi plaadis endas võivad erineda üksteisest, siis on vajalik lõigata igaks perioodiks standardiga ettenähtud m kogus katsekehi (tabel 4). [16]

Tabel 4. Minimaalne katsekehade arv [16]

Plaadi omadus	EN standard	m
Niiskus	EN 322	4
Mõõtmete muutumine	EN 318	4
Tihedus	EN 323	6
Paindeelastsusmoodul ja paindetugevus	EN 310	6
Siseside	EN 319	8
Pundumine paksuses pärast vees leotamist	EN 317	8
Pinnatugevus	EN 311	8

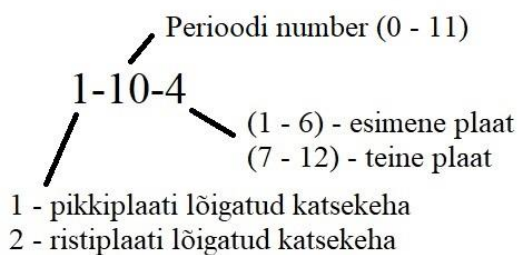
Tasapinnalise plaadi kahe põhisuuna omadused on erinevad ning selle tõttu tuleb katsekehad lõigata kahte gruppi, kus üks grupp on tootmisliini (plaadi pikitelje) suunas ja teine grupp pikiteljega risti lõigatud suunas. Lõiked peavad olema puhtad, põletamata, peale korrastatud servaprofiili ja 90° nurga alla. [16]

Standardi EVS–EN 326–1:2002 katsekehade peatükis on viidatud sellele, et katsekehad tuleb lõigata selliste mõõtmetega, millised on määratud asjakohases katsemeetodi standardis [16]. Katsekehade mõõtmete saamiseks valiti standard EVS–EN 310:2002. Vastavalt standardis öeldule, peab katsekeha olema täisnurkne, laius b peab olema 50 ± 1 mm ja pikkus a peab olema võrdne 20 kordse nominaalpaksusega, millele on liidetud 50 mm. Sellest tulenevalt kujunesid katsekeha mõõtmeteks 290 x 50 x 12 mm. [17] Joonisel 16 on skeem katsekehade väljalõikamisest suurest OSB plaadist. Enne katsekehade välja lõikamist eemaldati äärtest umbes 50 mm materjali, et tagada kahjustunud osade eemaldamine.



Joonis 16. OSB plaadi lõikeskeem.

Markeerimiseks kasutati standardit EVS–EN 326–1:2002, mille kohaselt peab katsekehale märgitud olema katsekeha perioodinumber, katseplaadi identifitseerimisnumber, plaadi pikkisuund, ülemine ja alumine pind [16]. Enne lõikamist märgiti pealmine ja alumine pool, et pärast lõikamist ei läheks pooled sassi. Kõik paindekatsed on tehtud pealmise poolega. Katsekehade märgistus on tehtud vastavalt standardile (joonis 17).



Joonis 17. Katsekehade märgistus.

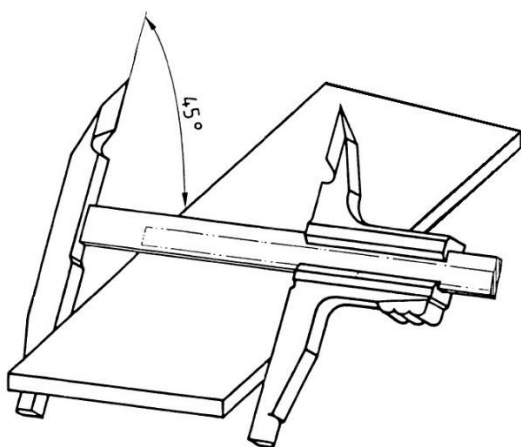
Kahest OSB plaadist lõigati kokku 336 katsekeha ehk igast plaadist sai 168 katsekeha. Kuna katsekehi läks vaja vaid 132 tk plaadi kohta ehk 264 tk kokku, siis ülejäänud katsekehasid sai kasutada meetoodika kontrollimiseks. Mitte ühtegi praak katsekeha ei ilmnenud lõikamisel ega hiljem katsetustel.

2.3.2. Mõõtmete määramine katsekehadel

Katsekehade mõõtmete määramiseks kasutati standardit EVS-EN 325:2012, milles käsitletakse meetodeid puitplaatide katsekehade paksuse, pikkuse ja laiuse mõõtmiseks [18]. Katsekeha mõõtepunktide arvud ja asukohad leiab vastavalt muudest etteantud katsete standarditest.

Paksus mõõdetakse mikromeetri või muu sarnase mõõteriistaga, millel on paralleelsed ringikujulised mõõtepinnad läbimõõduga 15 – 20 mm, survejõud 4 ± 1 N ja mille lugemi täpsus on 0,01 mm. Mõõtes tuleb kärstitit keerata rahulikult, ilma liigset jõudu või hoogu kasutamata, et saada täpsed mõõtmed. [18]

Laiuse mõõtmiseks tuleb kasutada nihkkaliiberit või muud mõõteriista, mille mõõtepinnad on vähemalt 3 mm laiad ja mille lugemi täpsus on 0,1 mm. Mõõtmete määramisel tuleb mõõtepinnad lähendada aeglaselt plaadi pinnale ja 45° nurga all (joonis 18). [18]



Joonis 18. Õige mõõtmistehnika nihkkaliibriga [18].

2.3.3. Katsekehade külgede katmine mastiksiga

Katsekehadel kaeti külgmised pinnad OY Kiilto Fibergum hüdroisolatsioonimastiksiga (joonis 19). Originaalis on plaadi mõõdud 2500 x 1250 mm ning tänu sellele imendub suuremas osas vesi peamistelt ja alumiselt kihilt. Katsekehadel, mõõtudega 290 x 50 mm, imenduks vesi ilma külgede katmiseta suuremas osas külgedelt ja ei annaks reaalseid

tulemusi. Sellest lähtuvalt ongi praeguses magistritöös katsekehade külgmised pinnad kaetud hüdroisolatsioonimastiksiga.

Katsekehade külgede vööpamisel kaeti kõigepealt üks pikem ja kaks lühemat külge mastiksiga ning kui need olid kuivanud, pöörati katsekeha ümber ja kaeti viimane pikem külge. Seda protsessi korrati kolm korda, et katsekehade küljed oleks kolmekordselt kaetud. Fibergumi juhistes oli ette nähtud, et esimene kiht kuivab umbes 2 tundi ning seda on näha värvimuutusest, ja iga järgneva kihti kuivamiseks on vaja vähemalt 6 tundi, taaskord annab värvimuutus aimu [19].



Joonis 19. Hüdroisolatsioonimastiksiga kaetud katsekehad.

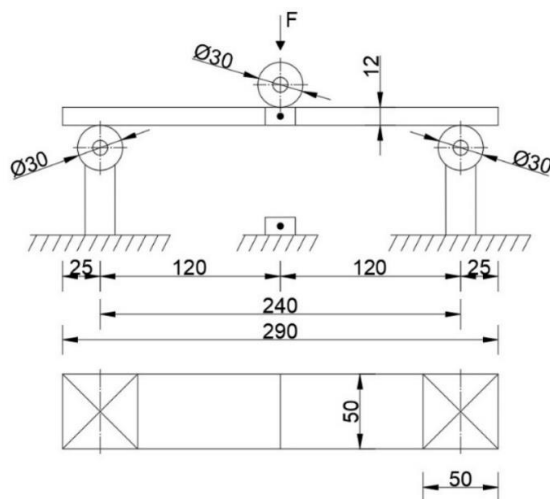
2.3.4. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse määramine katsekehadel

Paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli määramisel kasutati standardit EVS–EN 310:2002. Standardi kohaselt saab alates 3 mm paksusega puitplaadil määrata elastsusmoodulit ja paindetugevust. Selleks tuleb rakendada kahest kohast toetatud katsekeha tsentrile koormus. Koormuse - läbipainde kõvera tõusu lineaarset osa kasutatakse

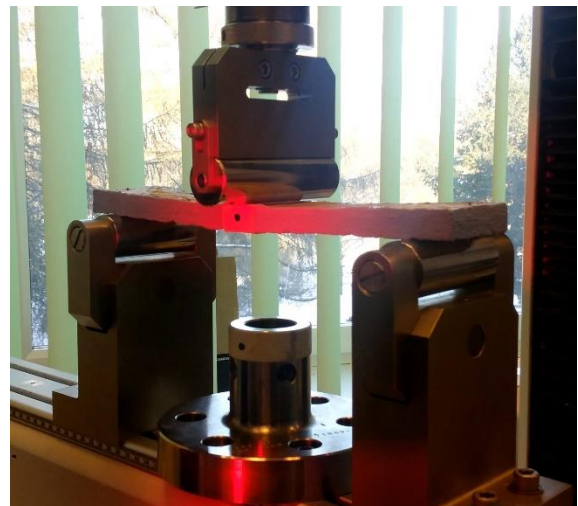
näiva elastsusmooduli arvutamiseks. Tegelikku elastsusmoodulit pole võimalik leida, kuna tegemist on korraga nii painde kui ka nihkega. Paindetugevuse saab leida paindemomendi M ja katsekeha ristlõikepinna suhtena maksimumkoormusel F_{max} . [17]

Standardi järgi on ette antud katsekeha paindekatses katseseadmete nõutavad väärtused. Kahe paralleelse silindrilise rulllaagri läbimõõt peab olema vähemalt $15 \pm 0,5$ mm ja koormuspea silindrilise rulli läbimõõt $30 \pm 0,5$ mm. Tugede vaheline kaugus peab olema reguleeritav. Lisaks on vajalik läbipainde mõõtmiseks mõõteriista, mis mõõdaks ava keskelt 0,1 mm täpsusega ja koormuse mõõtmiseks süsteemi, mis võimaldaks 1% täpsusega mõõta rakendatavat jõudu katsekehale. [17]

Selles magistritöös kasutati paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli määramiseks universaalkatsemasinat INSTRON 3369, mis on varustatud optilise tensiomeetriga. Tugede ja koormuspea silindrilised rullikud on 30 mm läbimõõduga. Tugede tsentrite vaheline kaugus on 20-kordne plaadi paksus ehk 240 mm. Katsekeha tsenter asetseb täpselt koormuspea all ning on tugede suhtes sätitud täisnurgse nurga alla. Koormust rakendatakse püsiva kiirusega ning maksimaalne koormus on vaja saavutada 60 ± 30 sekundi jooksul (joonis 20). [17]



a



b

Joonis 20. Paindetugevuse ja paindeelastsuse katse: a – katseskeem (mm); b – teostatud katse.

Standardis EVS-EN 310:2002 on välja toodud valem elastsusmooduli E_m (N/mm²) arvutamiseks (1) (joonis 21 ja joonis 22) [17].

$$E_m = \frac{l_1^3(F_2 - F_1)}{4bt^3(a_2 - a_1)}, \quad (1)$$

kus

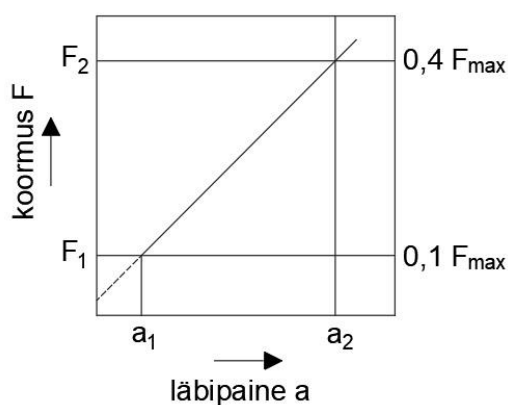
l_1 – tugede tsentrite vaheline kaugus mm;

b – katsekeha laius mm;

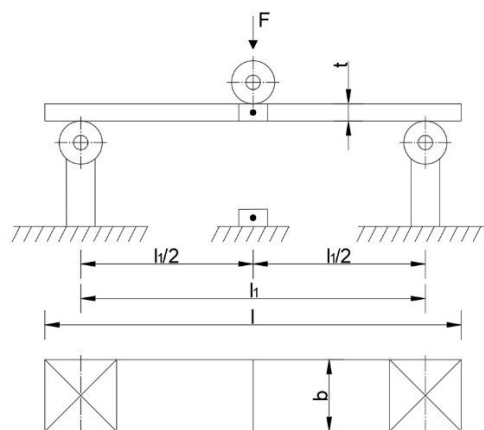
t – katsekeha paksus mm;

$(F_2 - F_1)$ – koormuse juurdekasv koormuse-läbipainde kõvera sirgjoonelisel osal;

$(a_2 - a_1)$ – läbipainde juurdekasv katsekeha keskkohas (vastab koormuse juurdekasvule $F_2 - F_1$).



Joonis 21. Koormus-läbipainde kõver.



Joonis 22. Kolme punkti paindekatse.

Standardis EVS-EN 310:2002 on välja toodud valem paindetugevuse f_m (N/mm²) arvutamiseks (2) (joonis 22) [17].

$$f_m = \frac{3F_{max}l_1}{2bt^2}, \quad (2)$$

kus

F_{max} – maksimaalne koormus N;

l_1 – tugede tsentrite vaheline kaugus mm;

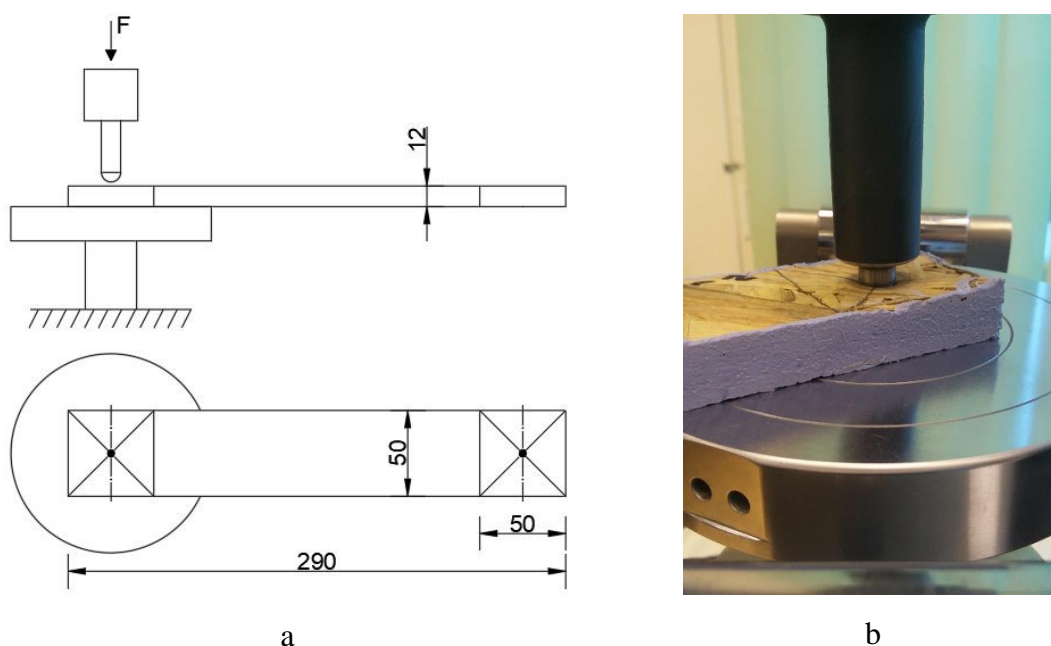
b – katsekeha laius mm;

t – katsekeha paksus mm.

2.3.5. Pinnakõvaduse määramine katsekehadel

Katsekehade pinnakõvaduse määramisel kasutati standardit ISO 13061–12:2017. Katsed tehti samade katsekehadega peale paindekatsete teostamist. Kõigil katsekehadel tehti kokku kaks pinnakõvaduskatset, mis asetsesid mõlemas otsas (joonis 23).

Pinnakõvaduse katse teostati Janka meetodi järgi, mis on tegelikult Brinell'i kohandatud meetod puidu jaoks [2]. Standardi järgi pidid katsekeha mõõdud olema 50 x 50 mm, poolkerakujuline koormuspea raadiusega 5,64 mm (Ø 11,28 mm), mida suruti 5,64 mm sügavusele katsekehasse konstantse kiirusega 3 – 6 mm/min. Selle juures pidi katsemasin suuteline olema lineaarselt mõõtma tulemusi 0,01 mm täpsusega. [20] Selles magistritöös valiti katsemasinale kiirus 6 mm/min.



Joonis 23. Pinnakõvaduse katse: a – skeem (mm); b – teostatud katse.

Standardis ISO 13061–12:2017 on välja toodud valem pinnakõvaduse H_{wc} (N) arvutamiseks (3) [20].

$$H_{wc} = K \cdot F, \quad (3)$$

kus

K – koefitsient, väärtusega 1, kui koormuspea on tunginud 5,64 mm sügavusele;

F – koormus, mis surutakse katsekehasse ettenähtud sügavusele N.

2.3.6. Niiskussisalduse määramine katsekehadel

Katsetes kasutatud kehade niiskussisalduse määramisel kasutati standardit EVS–EN 322:2002. Katsekehade massid mõõdeti enne katsete algust, peale 24-tunnist leotust, peale 48-tunnist kuivatuskapis olekut ja peale 65% suhtelise õhuniiskuse juures konditsioneerimist. Sellest tulenevalt saadi teada ka iga katseetapi katsekehade niiskussisaldused.

Standardist lähtuvalt peavad katsekehade algmass olema vähemalt 20 grammi ja ilma lahtiste kildudeta. Kui eelnev punkt on täidetud, tuleb katsekehad kaaluda proovivõtu olekus 0,01 g täpsusega ning kuivatuskappi panna $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ juurde kuivama. Kuivatuskapis hoitakse katsekehi seni, kuni on saavutatud püsiv mass. Püsiv mass on saavutatud, kui 6 tunnise intervalliga kaalutud samad katsekehad ei erine rohkema kui 0,1 % massivahega üksteisest. [21]

Standardis EVS–EN 322:2002 on välja toodud valem katsekeha niiskuse H (%) arvutamiseks (4) [21].

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (4)$$

kus

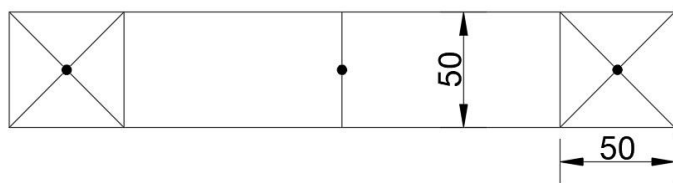
m_H – katsekeha algmass g;

m_0 – katsekeha mass pärast kuivamist g.

Selles magistritöös kuivatati katsekehi 48 tundi ja 65°C juures. Põhjus seisnes selles, et $65 - 70^{\circ}\text{C}$ juures hakkab karbamiid-formaldehüüd liim hüdrolüüsuma ning võib põhjustada laastudevahelist tugevuse kaotust [22]. Selle tõttu, valiti kuivatuskappide temperatuuriks 65°C . Kuna katsekehi oli palju ja katsekehad pidid täielikult kuivanud olema, siis valiti kuivatusajaks 48 tundi.

2.3.7. Paksusesse pundumise määramine katsekehadel

Pundumise määramiseks katsekehadel kasutati standardit EVS–EN 317:2000. Sellest lähtuvalt mõõdeti katsekehade paksused kolmest kohast: katsekeha keskelt ja diagonaalide ristumiskohas mõlemal pool ääres (joonis 24). Mõõtmisi tehti enne katseid, pärast 24 tundi vees leotamist, peale 48 tundi kuivatuskapis olekut ja peale 65% suhtelise õhuniiskuse juures konditsioneerimist.



a



b

Joonis 24. Pundumise määramine: a – katsekeha mõõdetud ja pundumise kolm mõõtmispunkti; b – mikromeeter koos aluse ja katsekehaga.

Lähtuvalt standardist peab katsekeha küljepikkus olema 50 ± 1 mm. Sätestatud on ka, et mikromeetri mõõtetäpsus peab olema 0,01 mm ja veevanni vesi peab olema $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Katsekehad peavad olema täielikult vee all, eraldatud veevanni põhjast ja seintest ning ei tohi omavahel kokku puutuda. Vesi tuleb vahetada iga katse järel. [23]

Standardis EVS–EN 317:2000 on välja toodud valem katsekeha pundumisest paksusesse G_t (%) arvutamiseks (5) [23].

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot 100, \quad (5)$$

kus

t_1 – katsekeha paksus enne leotamist mm;

t_2 – katsekeha paksus pärast leotamist mm.

2.3.8. Lineaarne pikenemine ja lühenemine

Katsekehadesse puuriti augud ning aukudesse sisestati markerid. Markerite vahelise kauguse mõõtmine teostati mikroskoobiga Nikon SMZ745T ja lineaarselt liikuva lauaga RINNTECH® LINTAB™ 6.

Mõõtmine teostati iga katsekehaga kaks korda ehk pealt ja alt. Vaadati mikroskoobi okulaaridest sisse ning viidi rist (joonis 25) markerite taha. Seejärel mõõti nulliti ning keriti teisele poole markeri taha ning saadi pikkus. Protsessi korrati vastasküljel uuesti. Mõlemad mõõtmistulemused kirjutati üles ja leiti nende kahe mõõtmise keskmine tulemus. Sellega leiti lineaarne pikenemine või lühenemine katsekeha keskmises kihis. Mikroskoobi ja mehaanilise laua kasutamine tagas täpsemad tulemused pikenemise ja lühenemise mõõtmisel.



a



b

Joonis 25. Lineaarne mõõtmine: a – mõõtmiskoht katsekehal; b – katse seadistus.

Lineaarse pikenemise L_e (%) jaoks on järgnev valem (6).

$$L_e = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \cdot 100, \quad (6)$$

kus

l_1 – katsekeha keskmistatud pikkus enne leotamist mm;

l_2 – katsekeha keskmistatud pikkus peale leotamist mm.

2.3.9. Katsetulemuste kirjeldamine

Katsetulemuste kirjeldamiseks kasutati standardit EVS–EN 326–1:2002. Vastavalt standardile on vaja iga prooviplaadi iga eriomadus määrata EN nõuetest lähtuvalt kasutades katsekehade mõõtmisest saadud tulemusi [16].

Katsekehade keskväärtuse \bar{x}_j (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (7) [16].

$$\bar{x}_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} / m, \quad (7)$$

kus

m – katseperioodis olevate katsekehade arv;

x_{ij} – mõõtetulemuse või üksikkatse väärtus;

i – katsekeha number ($i = 1, 2, \dots, m$).

Katsekehade dispersiooni $S_{w,j}^2$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (8) [16].

$$S_{w,j}^2 = \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 / (m - 1), \quad (8)$$

kus

m – katseperioodis olevate katsekehade arv;

x_{ij} – mõõtetulemuse või üksikkatse väärtus;

i – katsekeha number ($i = 1, 2, \dots, m$);

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele.

Standardhälbe $S_{w,j}$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (9) [24].

$$S_{w,j} = \sqrt{S_{w,j}^2}, \quad (9)$$

kus

$S_{w,j}^2$ – katseperioodi dispersioon.

Variatsioonikordaja V (%) arvutamine katsekehade grupi järgi (10) [24].

$$V = \frac{S_{w,j}}{\bar{x}_j} \cdot 100, \quad (10)$$

kus

$S_{w,j}$ – standardhälve katseperioodi jaoks;

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele.

Normaaljaotusega plaadi omaduse 5% alumise kvantiili $L_{5\%}^q$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (11) [16].

$$L_{5\%}^q = \bar{x}_j - t_n \cdot S_{w,j}, \quad (11)$$

kus

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele;

t_n – normaaljaotusega n plaadi proovi ühepoolne viie protsendiline t väärtus;

$S_{w,j}$ – standardhälve katseperioodi jaoks.

Normaaljaotusega plaadi omaduse 5% ülemise kvantiili $U_{5\%}^q$ (N/mm²) arvutamine katsekehade grupi järgi (12) [16].

$$U_{5\%}^q = \bar{x}_j + t_n \cdot S_{w,j}, \quad (12)$$

kus

\bar{x}_j – keskväärtus katseperioodi katsetulemustele;

t_n – normaaljaotusega n plaadi proovi ühepoolne viie protsendiline t väärtus;

$S_{w,j}$ – standardhälve katseperioodi jaoks.

Standardis EVS–EN 326–1:2002 on välja toodud ühepoolsete t-väärtuste tabel (tabel 5).

Tabel 5. Ühepoolsete t-väärtuste sõltuvus proovi suuruselt n [16]

Proovi suurus n	8	10	15	20	25	30	35	40	60	100
t_n	1,89	1,83	1,76	1,72	1,71	1,70	1,69	1,68	1,67	1,66

Standardis etteantud tabel on informatiivne, kuid kuna magistritöös kasutati teisi proovi suuruseid, siis pidi kasutama interpoleerimist. Otsitavateks proovi suuruste 6 ja 12 t-väärtused tuuakse välja tabelis 6.

Tabel 6. Töös vajaminevad ühepoolsed t-väärtused

Proovi suurus n	6	12	24
t_n	1,95	1,80	1,71

Murdlineaarset funktsiooni kasutatakse, et leida paindetugevuse, paindeelastsusmooduli ja pinnakõvaduse väärtuse muutus peale x arvu ligunemis- ja kuivamisperioodide järel (13) [25].

$$y(x) = \frac{b(y_0 - y_j)}{ax + b} + y_j, \quad (13)$$

kus

a, b – konstandid;

y_0 – parameetri algväärtus;

y_j – parameetri jääkväärtus;

x – perioodide arv.

Logaritmilist funktsiooni kasutatakse, et leida pundumise ja pikenemise väärtuse muutus peale x arvu ligunemis- ja kuivamisperioodide järel (14) [25].

$$y(x) = y_f e^{-\left(\frac{a}{x^2}\right)}, \quad (14)$$

kus

a – konstant;

y_f – parameetri lõppväärtus;

x – perioodide arv.

Tundmatud tegurid leiti regressioonikõvera *genfit* (V_x , V_y , v_g , F) abiga, mis on arvutiprogrammi Mathcad 15 üks lisafunktsioonidest.

3. KATSETULEMUSTE ANALÜÜS

3.1. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse katsetulemuste analüüs

Käesolevas peatükis on välja toodud OSB/3 plaadi paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse katsete tulemused nii niiskelt kui ka kuivalt ning nende analüüs. Niiskelt teostati katsed vahetult peale 24-tunnist vees ligunemist. Kuivalt teostati katsed vahetult peale konditsioneerimiskapist võtmist, millele eelnes nii mitme kordne 24-tunnine vees ligunemise ja 48-tunnine kuivatuskapis kuivamise periood, kui kehale oli märgitud. Võrreldi ka selle magistritöö kuivade katsekehade tulemusi Siim Kallau poolt kirjutatud magistritöö kuivade katsekehade tulemustega [1].

Kuna OSB plaat omab piki ja risti plaati erinevaid tugevusnäitajaid, siis on järgnevalt välja toodud nii piki (niiskelt ja kuivalt) kui ka risti (niiskelt ja kuivalt) plaadi katsetulemused, nende võrdlus ja lähendamiskõvera graafikud. Välja on toodud ka kuivade katsekehade võrdlus Siim Kallau magistritööga. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse määramiseks valiti katsekehade kõrguse ja laiuse mõõtudeks mõõdud, mis leiti enne katsekehade ligunemist. Ühepoolseks t -väärtuseks valiti $t_n = 1,95$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 6 tükki, millega teostati kokku 6 katset. $0p$ ja $0r$ perioodi korral on tegu tarnekuivaga ning $11p$ ja $11r$ perioodi korral on tegu 65% suhtelise õhuniiskuse juures hoitud katsekehadega, mis on saavutanud stabiilse niiskustaseme. Lisades 1 – 24 on välja toodud iga katsekeha paindeelastsusmoodul, paindetugevus ja mõõtmed. Lisades 91 – 110 on välja toodud iga katsekeha niiskussisaldus.

3.1.1. Paindetugevuse katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral

Järgnevalt on koondtabelites välja toodud niiskete katsekehade paindetugevuse katsetulemused. Piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse katsetulemused on välja toodud tabelis 7. Risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse katsetulemused on välja toodud tabelis 8.

Tabel 7 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub pikisuunas lõigatud katsekehade paindetugevuse keskväärtus 57%.

Tabel 7. 0p – 10p niiskete katsekehade paindetugevuse katsetulemused

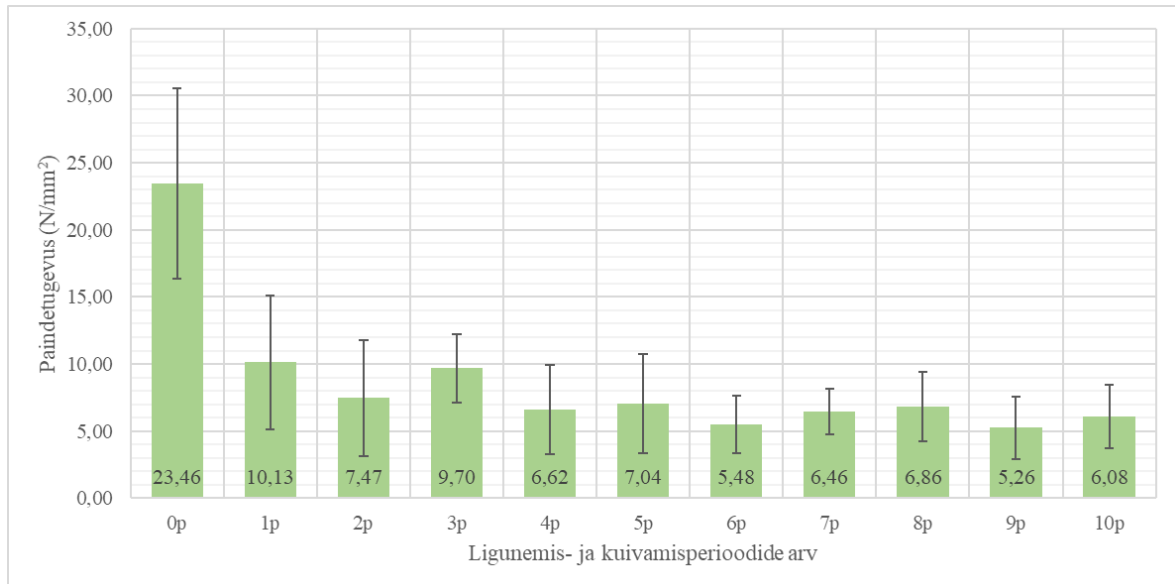
	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
0p	23,46	13,26	3,64	15,52	16,36	30,56	1,4
1p	10,13	6,61	2,57	25,39	5,11	15,14	44,6
2p	7,47	4,95	2,22	29,80	3,13	11,80	57,8
3p	9,70	1,70	1,30	13,45	7,15	12,24	56,6
4p	6,62	2,94	1,72	25,93	3,27	9,96	71,7
5p	7,04	3,62	1,90	27,03	3,33	10,75	78,1
6p	5,48	1,20	1,10	20,04	3,34	7,62	77,4
7p	6,46	0,78	0,88	13,69	4,74	8,18	80,8
8p	6,86	1,77	1,33	19,40	4,26	9,45	81,1
9p	5,26	1,44	1,20	22,81	2,92	7,60	91,4
10p	6,08	1,50	1,22	20,14	3,69	8,46	95,9

Tabel 8 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub ristisuunas lõigatud katsekehade paindetugevuse keskväärtus 30%, mis on 27% väiksem kui pikisuunas.

Tabel 8. 0r – 10r niiskete katsekehade paindetugevuse katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
0r	14,21	0,34	0,58	4,09	13,08	15,34	4,0
1r	9,99	11,82	3,44	34,41	3,29	16,70	46,1
2r	5,83	1,95	1,39	23,95	3,11	8,54	61,3
3r	4,70	1,22	1,10	23,47	2,55	6,85	61,0
4r	4,84	2,47	1,57	32,51	1,77	7,91	71,3
5r	5,12	1,14	1,07	20,81	3,04	7,20	78,0
6r	4,51	1,27	1,13	24,99	2,31	6,71	79,7
7r	3,35	0,57	0,75	22,45	1,88	4,82	91,8
8r	4,74	0,18	0,42	8,97	3,91	5,56	79,9
9r	4,68	0,95	0,97	20,79	2,79	6,58	95,8
10r	4,68	1,13	1,06	22,76	2,60	6,76	98,8

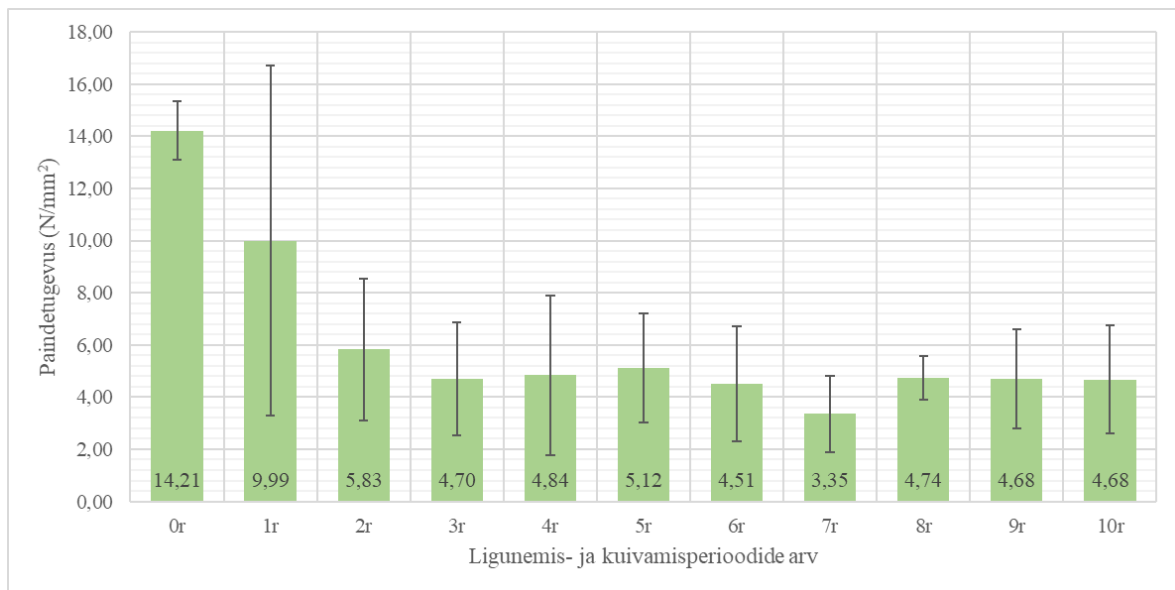
Järgnevalt on tabelites olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaграмmid, et illustreerida paremini tulemuste erinevust. Joonisel 26 ja joonisel 27 on välja toodud pikisuunas ja ristisuunas lõigatud niiskete katsekehade paindetugevuse väärtused perioodide kaupa ning peale on ka märgitud ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 26. 0p – 10p niiskete katsekehade paindetugevuse tulpdiaграмм.

Jooniselt 26 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindetugevusele märgatavalt mõjunud. Kui 0p perioodi katsekehade keskmistatud paindetugevus oli 23,46 N/mm², siis juba pärast 1p perioodi langes keskmistatud paindetugevus 10,13 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes pikisuunaliselt lõigatud katsekehade paindetugevus 57%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 3p perioodi katsekehad edestasid paindetugevuse poolest 2p perioodi katsekehi, kuid peale seda langes paindetugevus tagasi alla. Alates 4p perioodist liiguvad katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes 5,26 N/mm² ja 7,04 N/mm² vahele (70 – 78% algest paindetugevusest oli kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindetugevus piki plaati peab olema vähemalt 20 N/mm² ning see on saavutatud vees ligunemata 0p perioodi korral. Esimesest ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindetugevus enam ei küündinud standardis ettenähtud väärtusele.



Joonis 27. 0r – 10r niiskete katsekehade paindetugevuse tulpdiaagramm.

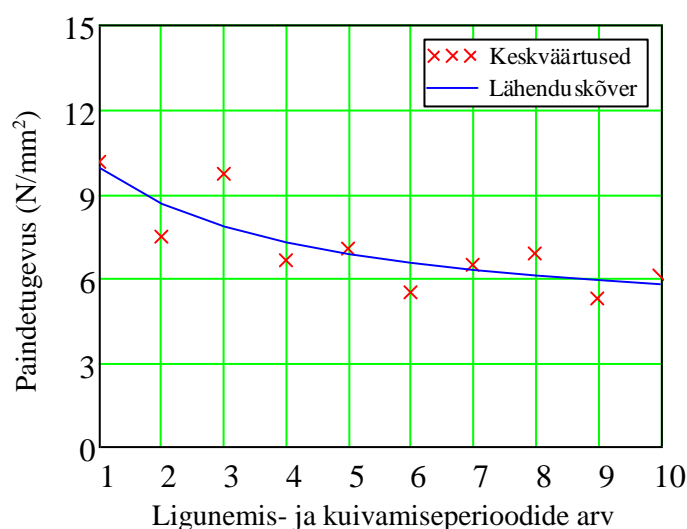
Jooniselt 27 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindetugevusele märgatavalt mõjunud. Kui 0r perioodi katsekehade keskmistatud paindetugevus oli 14,21 N/mm², siis pärast 1r perioodi langes keskmistatud paindetugevus 9,99 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes ristisuunaliselt lõigatud katsekehade paindetugevus 30%. Alates 2r perioodist liiguvad katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes 3,35 ja 5,83 N/mm² vahele (59 – 76% algsest paindetugevusest oli kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindetugevus risti plaati peab olema vähemalt 10 N/mm² ning see on saavutatud vees ligunemata 0r perioodi korral. Peaaegu ka 1r perioodi korral. Teisest ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindetugevus enam ei küündinud standardis ettenähtud väärtusele.

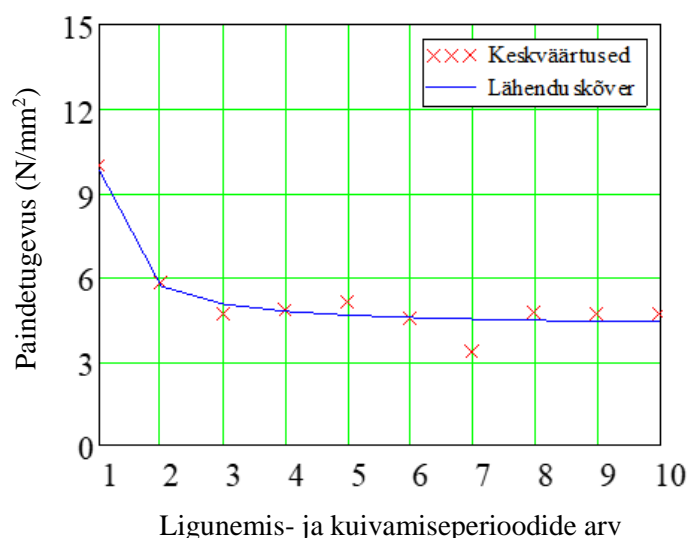
Katsetulemuste töötlemisel leiti, et paindetugevus langeb peaaegu iga perioodiga. Sellest lähtuvalt sooviti leida, et mis väärtus võiks olla paindetugevusel peale n arv perioode. Selleks valiti murdlineaarne funktsioon (13), millega saab tekitada katseandmete põhjal lähenduskõvera.

Katseandmete põhjal ja Mathcad 15 regressioonkõvera *genfit* (V_x , V_y , v_g , F) abiga leiti tundmatud konstandid, mida kasutatakse lähenduskõvera genereerimiseks.

Joonisel 28 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse väärtused. Joonisel 29 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse väärtused. Lähenduskõverad sobivad hästi töö katsetulemustega. Piki plaati on 2 ja 3 periood natukene eemal lähenduskõverast, kuid ülejäänud perioodid on stabiilsed ja küllaltki ligidal.



Joonis 28. 10 perioodi lähenduskõver ja piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevus. Parameetrid – $a = 0,032$, $b = 0,08$, $f_{m,0} = 12,25 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 4,2 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 29. 10 perioodi lähenduskõver ja risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevus. Parameetrid – $a = 0,231$, $b = 0,08$, $f_{m,0} = 9,9 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 4,2 \text{ N/mm}^2$.

Peatükis teostatud katsetest selgus, et 1p perioodi piki plaati lõigatud niiskete katsekehade paindetugevus langes koheselt võrreldes tarnekuivaga ligi 60% ning stabiliseerus 10p perioodi lõpuks, olles kaotanud 80% algsest paindetugevusest. Risti plaati lõigatud katsekehadel oli langus väiksem. 1r perioodi katsekehade paindetugevus langes 30% võrreldes tarnekuivaga ning stabiliseerus 10r perioodi lõpuks, olles kaotanud 70% algset paindetugevusest.

Lähenduskõvera jaoks leiti niisketele katsekehadetele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 9.

Tabel 9. Niisketele katsekehadetele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	a	b	$f_{m,0} (N/mm^2)$	$f_{m,j} (N/mm^2)$
Paindetugevus pikisuunas	0,032	0,08	12,25	4,2
Paindetugevus ristisuunas	0,231	0,08	9,9	4,2

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.1.2. Paindeelastsusmooduli katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral

Järgnevalt on koondtabelites välja toodud niiskete katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused. Piki plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 10. Risti plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 11.

Tabel 10 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub pikisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli keskvärtus 38%.

Tabel 10. 0p – 10p niiskete katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
0p	4082,2	422185,7	649,8	15,9	2815,2	5349,2	1,4
1p	2512,9	127210,6	356,7	14,2	1817,4	3208,4	44,6
2p	2154,8	110795,0	332,9	15,4	1505,8	2803,9	57,8
3p	2459,8	190189,9	436,1	17,7	1609,4	3310,2	56,6
4p	1942,4	145505,8	381,5	19,6	1198,6	2686,3	71,7
5p	2089,3	99195,5	315,0	15,1	1475,2	2703,5	78,1
6p	1876,2	86957,0	294,9	15,7	1301,2	2451,3	77,4
7p	2067,5	83867,0	289,6	14,0	1502,8	2632,3	80,8
8p	1769,2	162137,0	402,7	22,8	984,0	2554,4	81,1
9p	1537,3	24590,5	156,8	10,2	1231,5	1843,0	91,4
10p	1658,9	24445,7	156,4	9,4	1354,1	1963,8	95,9

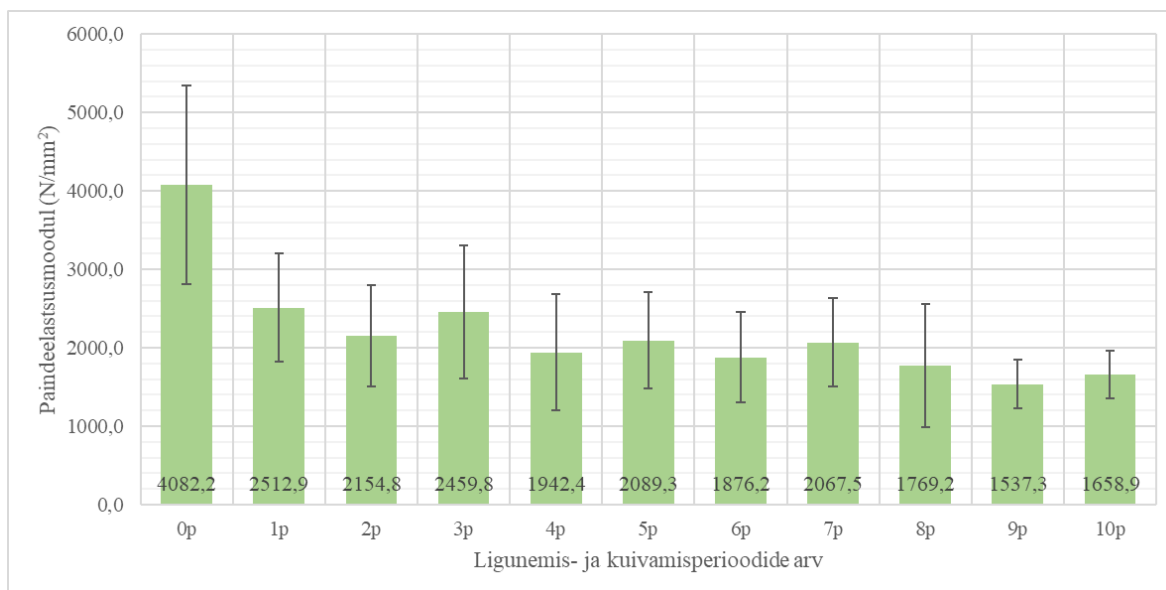
Tabel 11 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub ristisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli keskväärtus 28%, mis on 10% parem näitaja kui pikisuunas.

Tabel 11. 0r – 10r niiskete katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
0r	2248,3	28947,4	170,1	7,6	1916,5	2580,1	4,0
1r	1614,9	93671,7	306,1	19,0	1018,1	2211,7	46,1
2r	1262,2	72584,1	269,4	21,3	736,8	1787,5	61,3
3r	1118,4	43107,7	207,6	18,6	713,6	1523,3	61,0
4r	1109,7	80479,6	283,7	25,6	556,5	1662,9	71,3
5r	1257,7	69951,5	264,5	21,0	742,0	1773,5	78,0
6r	1012,6	13731,2	117,2	11,6	784,1	1241,1	79,7
7r	903,5	40739,5	201,8	22,3	509,9	1297,0	91,8
8r	1023,3	17176,7	131,1	12,8	767,7	1278,9	79,9
9r	1009,2	20189,8	142,1	14,1	732,1	1286,3	95,8
10r	979,1	13956,1	118,1	12,1	748,7	1209,5	98,8

Järgnevalt on tabelites olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiagrammid, et illustreerida paremini tulemuste erinevust. Joonisel 30 ja joonisel 31 on välja toodud pikisuunas ja

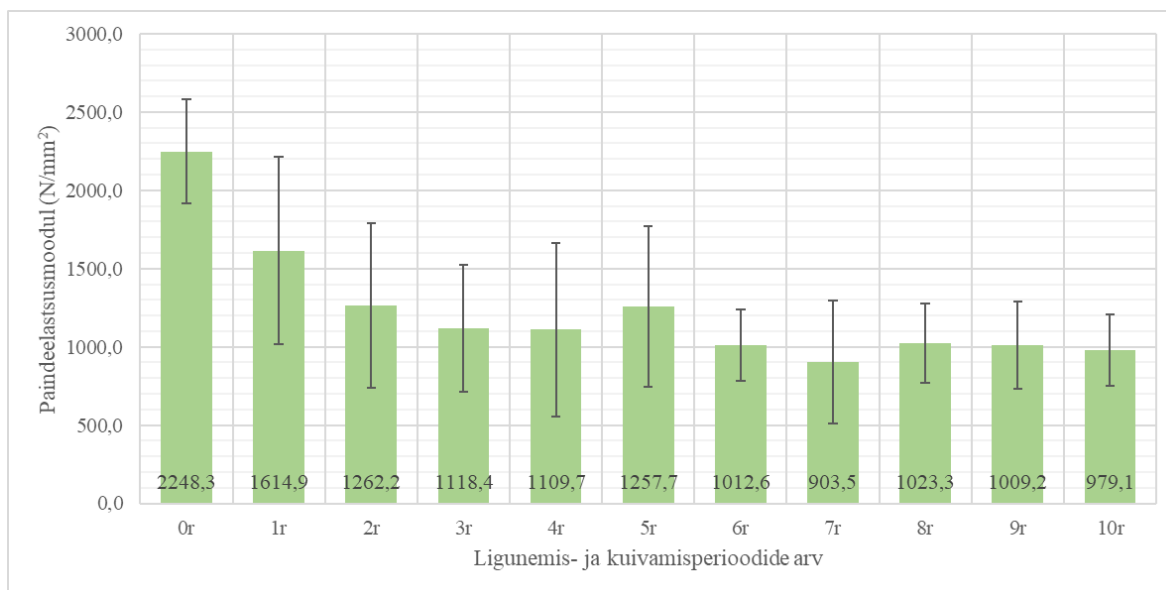
ristisuunas lõigatud niiskete katsekehade paindeelastsusmooduli väärtused perioodide kaupa ning peale on ka märgitud ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 30. 0p – 10p niiskete katsekehade paindeelastsusmooduli tulpdiagramm.

Jooniselt 30 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindeelastsusmoodulile märgatavalt mõjunud. Kui 0p perioodi katsekehade keskmistatud paindeelastsusmoodul oli $4082,2 \text{ N/mm}^2$, siis juba pärast 1p perioodi langes keskmistatud tulemus $2512,9 \text{ N/mm}^2$ peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes pikisuunaliselt lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul 38%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 3p perioodi katsekehad edestasid 2p perioodi katsekehi, kuid peale seda langes paindeelastsusmoodul tagasi alla. Alates 3p perioodist liiguvad katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes $1537,3 \text{ N/mm}^2$ ja $2459,8 \text{ N/mm}^2$ vahele (40 – 62% algsest paindeelastsusmoodulist oli kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindeelastsusmoodul piki plaati peab olema vähemalt 3500 N/mm^2 ning see on saavutatud vees ligunemata 0p perioodi korral. Esimesest ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindeelastsusmoodul enam ei küündinud standardis etteantud väärtuseni.

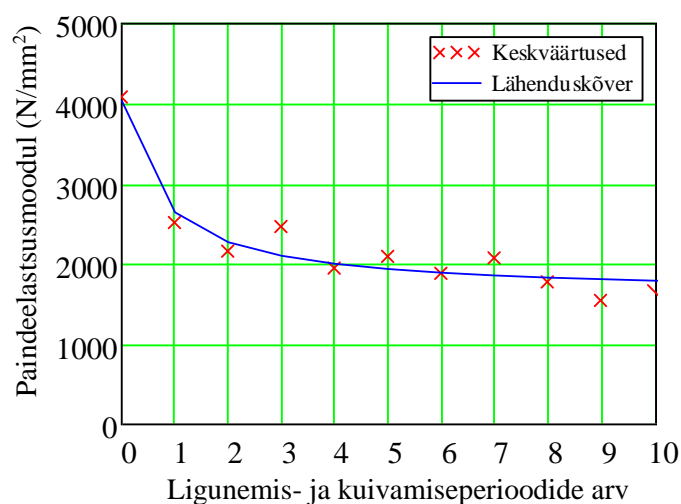


Joonis 31. 0r – 10r niiskete katsekehade paindeelaastsusmooduli tulpdiaagramm.

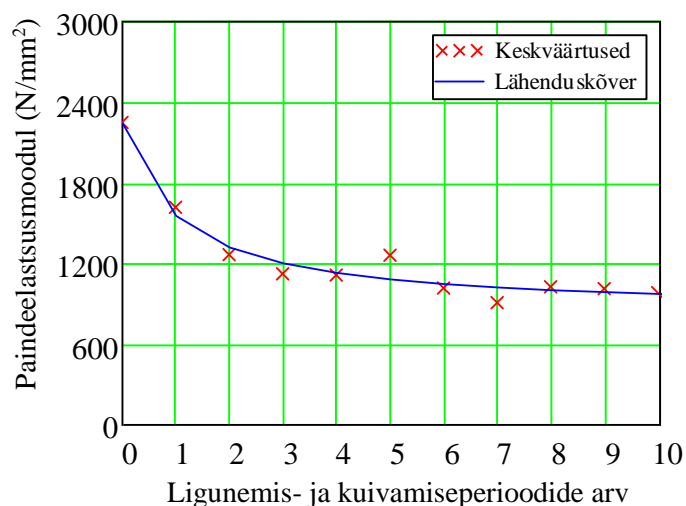
Jooniselt 31 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindeelaastsusmoodulile märgatavalt mõjunud. Kui 0r perioodi katsekehade keskmistatud paindeelaastsusmoodul oli 2248,3 N/mm², siis pärast 1r perioodi langes keskmistatud tulemus 1614,9 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes ristisuunaliselt lõigatud katsekehade paindeelaastsusmoodul 28%. Alates 2r perioodist liiguvad katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes 903,5 N/mm² ja 1257,7 N/mm² vahele (44 – 60% algsest paindeelaastsusmoodulist oli kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindeelaastsusmoodul risti plaati peab olema vähemalt 1400 N/mm² ning see on saavutatud vees ligunemata 0r perioodi ja 24 tundi vees ligunenud 1r perioodi korral. Teisest ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindeelaastsusmoodul enam ei küündinud standardis etteantud väärtuseni.

Joonisel 32 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki plaati lõigatud katsekehade paindeelaastsusmooduli väärtused. Joonisel 33 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega risti plaati lõigatud katsekehade paindeelaastsusmooduli väärtused. Mõlemad lähenduskõverad sobivad hästi tulemustega. Tulemuste kõikumine on perioodide lõikes väike.



Joonis 32. 10 perioodi lähenduskõver ja piki plaati lõigatud katsekehade paindeelaastusmoodul. Tegurid – $c = 0,11$, $d = 0,079$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 4065 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 1622 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 33. 10 perioodi lähenduskõver ja risti plaati lõigatud katsekehade paindeelaastusmoodul. Tegurid – $c = 0,077$, $d = 0,079$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 2255 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 838 \text{ N/mm}^2$.

Paindeelaastusmooduli katsetest selgus, et seal on tulemused protsentuaalselt sarnasemad. Piki plaati lõigatud 1p perioodi niisked katsekehad kaotasid 38% oma esialgsest paindeelaastusmooduli näitajast. 10p perioodi lõpuks oli sama näitaja stabiliseerunud 60% ligidale. Risti plaati lõigatud 1r perioodi niisked katsekehad kaotasid peaaegu 28% oma esialgsest paindeelaastusmooduli näitajast. 10r perioodi lõpuks oli sama näitaja stabiliseerunud 60% ligidale.

Lähenduskõvera jaoks leiti niisketele katsekehadele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 12.

Tabel 12. Niisketele kehadele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	c	d	$E_{m,0} (N/mm^2)$	$E_{m,j} (N/mm^2)$
Paindeelasticusmoodul pikisuunas	0,11	0,079	4065	1622
Paindeelasticusmoodul ristisuunas	0,077	0,079	2255	838

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.1.3. Paindeelasticusmooduli seos paindetugevusega niiskete katsekehade korral

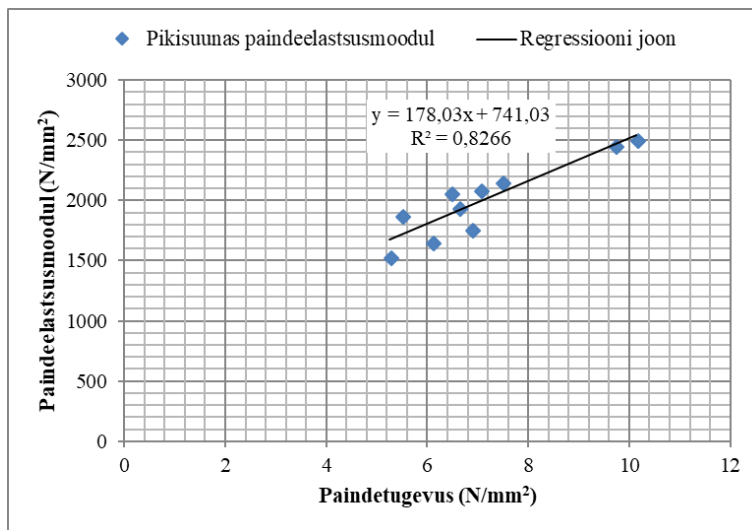
Käesolevas peatükis uuriti paindeelasticusmooduli ja paindetugevuse väärtuste omavahelist seost. Selle jaoks tehti tabelite põhjal kaks graafikut, mis iseloomustavad paremini paindeelasticusmooduli ja paindetugevuse omavahelist sõltuvust. Graafikule kanti veel regressiooni joon, regressiooni valem ning determinatsioonikordaja R^2 .

Järgnevalt on koondtabelis välja toodud paindetugevuse ja paindeelasticusmooduli katsetulemuste väärtused. Piki ja risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse ja paindeelasticusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 13.

Tabel 13. 1p – 10p ja 1r – 10r niiskete katsekehade paindetugevuse ja -elasticusmooduli katsetulemused

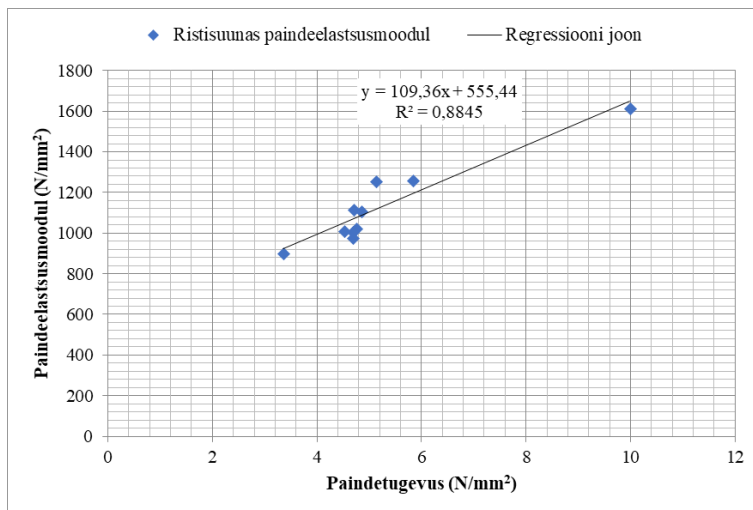
	Paindetugevus N/mm^2	Paindeelasticusmoodul N/mm^2		Paindetugevus N/mm^2	Paindeelasticusmoodul N/mm^2
1p	10,13	2512,9	1r	9,99	1614,9
2p	7,47	2154,8	2r	5,83	1262,2
3p	9,70	2459,8	3r	4,70	1118,4
4p	6,62	1942,4	4r	4,84	1109,7
5p	7,04	2089,3	5r	5,12	1257,7
6p	5,48	1876,2	6r	4,51	1012,6
7p	6,46	2067,5	7r	3,35	903,5
8p	6,86	1769,2	8r	4,74	1023,3
9p	5,26	1537,3	9r	4,68	1009,2
10p	6,08	1658,9	10r	4,68	979,1

Tabeli 13 1p – 10p niiskete katsekehade paindetugevuse ja paindeelasticusmooduli katsetulemuste põhjal loodi graafik (joonis 34), mis näitab paindeelasticusmooduli väärtuste seost paindetugevuse väärtustega. Mida väiksemaks lähevad paindetugevuse katsetulemuste väärtused, seda väiksemaks lähevad ka paindeelasticusmooduli väärtused. Antud regressiooni valem näitab, et paindeelasticusmooduli väärtus on prognoositav paindetugevuse kaudu valemiga $y = 178,03 \cdot \text{painedetugevus} + 741,03$. Eelneva valemiga on võimalik ära kirjeldada 82,7% tunnuse paindeelasticusmoodul hajuvusest.



Joonis 34. Pikisuunas lõigatud märgade katsekehade paindeelasticusmooduli ja paindetugevuse omavahelise seose graafik.

Tabeli 13 1r – 10r niiskete katsekehade paindetugevuse ja paindeelasticusmooduli katsetulemuste põhjal loodi graafik (joonis 35), mis näitab paindeelasticusmooduli väärtuste seost paindetugevuse väärtustega. Mida väiksemaks lähevad paindetugevuse katsetulemuste väärtused, seda väiksemaks lähevad ka paindeelasticusmooduli väärtused. Antud regressiooni valem näitab, et paindeelasticusmooduli väärtus on prognoositav paindetugevuse kaudu valemiga $y = 109,36 \cdot \text{painedetugevus} + 555,44$. Eelneva valemiga on võimalik ära kirjeldada 88,5% tunnuse paindeelasticusmoodul hajuvusest.



Joonis 35. Ristisuunas lõigatud märgade katsekehade paindeelaastsusmooduli ja paindetugevuse omavahelise seose graafik.

Graafikutele leitud lineaarsed sirged koos valemitega sobivad hästi saadud tulemustega. Vastavad mudelid suudavad ära kirjeldada 82,6% pikisuunas lõigatud märgade katsekehade tulemuste hajuvusest ning 88,5% ristisuunas lõigatud märgade katsekehade katsetulemuste hajuvust.

3.1.4. Paindetugevuse katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral

Järgnevalt on koondtabelites välja toodud kuivade katsekehade paindetugevuse katsetulemused. Piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse katsetulemused on välja toodud tabelis 14. Risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse katsetulemused on välja toodud tabelis 15.

Tabel 14 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub pikisuunas lõigatud katsekehade paindetugevuse keskväärtus 37%, mis on 20% vähem, kui niiskelt katsetatud katsekehadel.

Tabel 14. 11p, 1p – 10p kuivade katsekehade paindetugevuse katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
11p	23,57	15,33	3,92	16,61	15,93	31,20	-
1p	14,94	12,21	3,49	23,39	8,12	21,75	9,8
2p	16,76	8,20	2,86	17,09	11,17	22,34	9,9
3p	16,55	5,07	2,25	13,61	12,16	20,95	10,9
4p	11,11	2,15	1,46	13,19	8,25	13,96	10,6
5p	11,71	8,91	2,99	25,49	5,89	17,53	10,1
6p	10,92	0,92	0,96	8,77	9,06	12,79	9,3
7p	11,42	5,48	2,34	20,50	6,86	15,99	10,4
8p	8,98	3,06	1,75	19,48	5,57	12,38	10,7
9p	9,24	5,08	2,25	24,39	4,85	13,64	12,0
10p	9,18	3,47	1,86	20,30	5,54	12,81	11,5

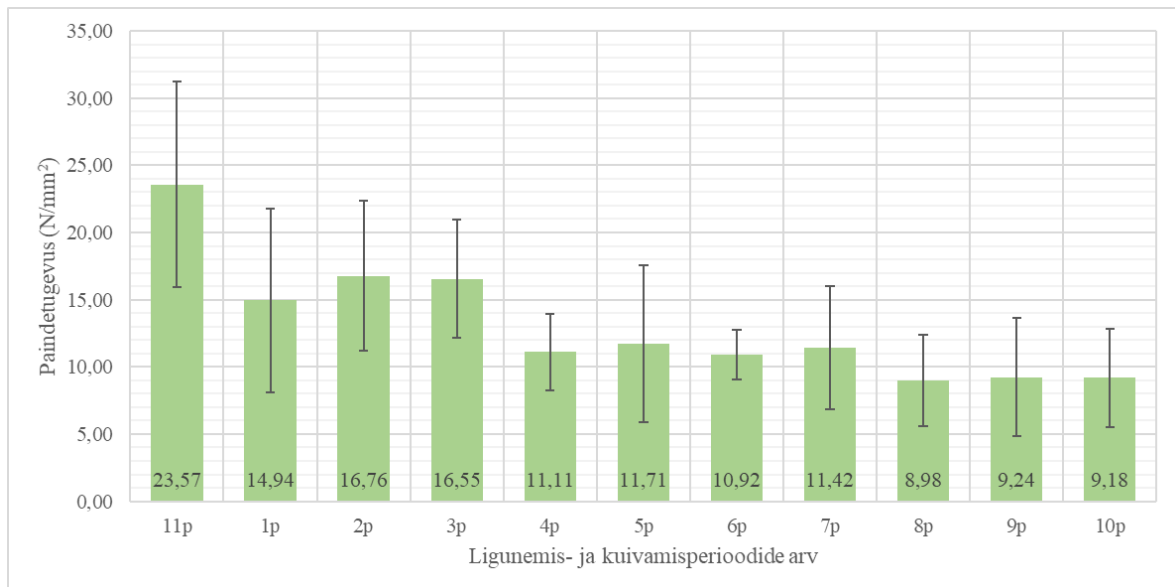
Tabel 15 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub ristisuunas lõigatud katsekehade paindetugevuse keskväärtus 29%, mis on 8% väiksem kui pikisuunas ja 1% väiksem kui niiskelt katsetatud katsekehadel.

Tabel 15. 11r, 0r – 10r kuivade katsekehade paindetugevuse katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
11r	15,37	9,53	3,09	20,10	9,34	21,39	-
1r	10,88	2,12	1,46	13,40	8,04	13,72	9,8
2r	9,55	6,71	2,59	27,13	4,50	14,60	9,9
3r	10,84	12,99	3,60	33,27	3,81	17,86	10,7
4r	10,28	2,26	1,50	14,64	7,34	13,21	10,4
5r	8,01	2,84	1,68	21,03	4,72	11,29	10,5
6r	8,96	2,52	1,59	17,73	5,86	12,05	9,0
7r	6,96	6,93	2,63	37,86	1,82	12,09	10,8
8r	8,54	6,10	2,47	28,91	3,73	13,36	10,5
9r	7,47	2,08	1,44	19,28	4,66	10,28	11,8
10r	6,76	2,61	1,62	23,93	3,60	9,91	11,5

Järgnevalt on tabelites olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaграмmid, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 36 ja joonisel 37 on välja toodud pikisuunas ja

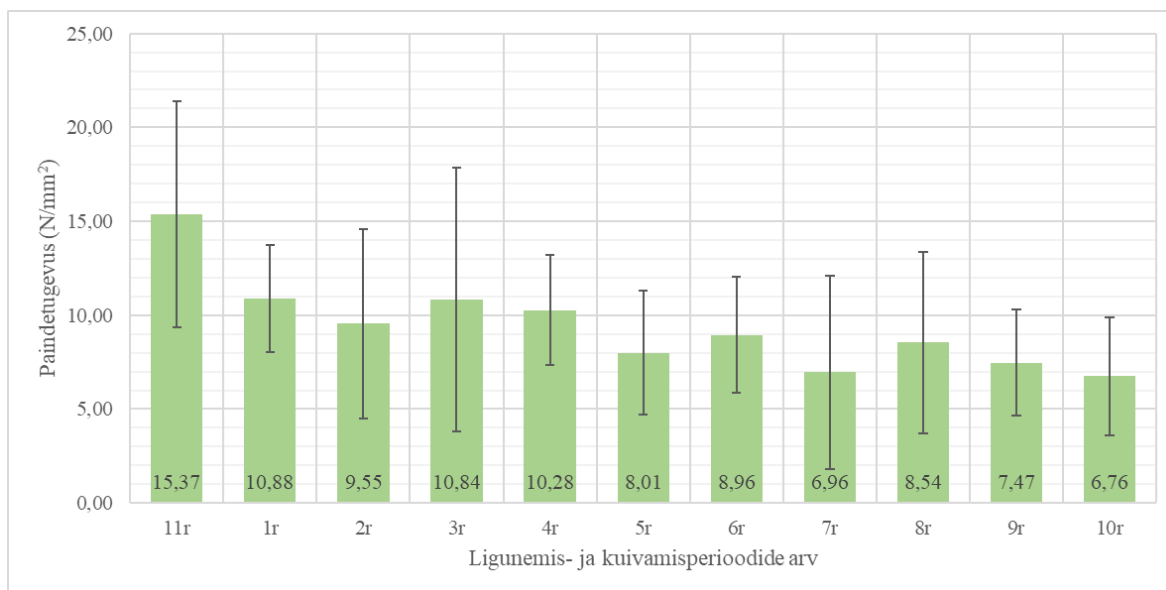
ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade paindetugevuse väärtused perioodide kaupa ning peale on ka märgitud ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 36. 11p, 1p – 10p kuivade katsekehade paindetugevuse tulpdiaagramm.

Jooniselt 36 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindetugevusele märgatavalt mõjunud. Kui 11p perioodi katsekehade keskmistatud paindetugevus oli $23,57 \text{ N/mm}^2$, siis juba pärast 1p perioodi langes keskmistatud paindetugevus $14,94 \text{ N/mm}^2$ peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes pikisuunaliselt lõigatud katsekehade paindetugevus 37%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 2p ja 3p perioodi katsekehad edestasid paindetugevuse poolest 1p perioodi katsekehi, kuid peale seda langes paindetugevus tagasi alla. Alates 4p perioodist liikusid katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes $8,98 \text{ N/mm}^2$ ja $11,71 \text{ N/mm}^2$ vahele (50 – 62% algsest paindetugevusest oli kadunud).

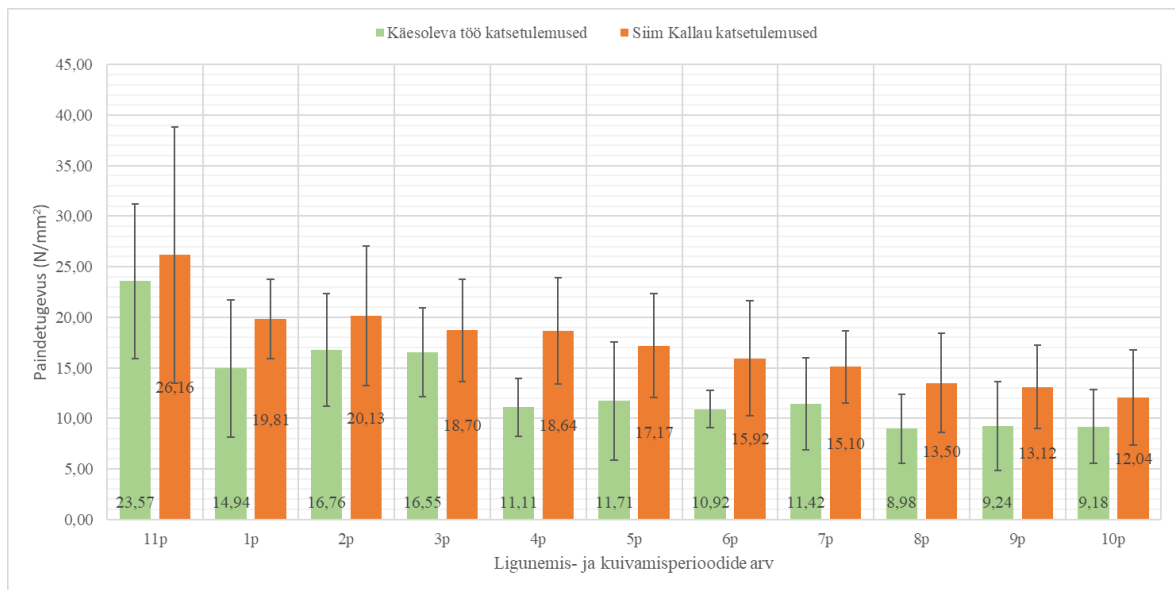
Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindetugevus piki plaati peab olema vähemalt 20 N/mm^2 ning see on saavutatud vees ligunemata 11p perioodi korral. Esimesest ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindetugevus enam ei küündinud standardis etteantud väärtuseni.



Joonis 37. 11r, 1r – 10r kuivade katsekehade paindetugevuse tulpdiagramm.

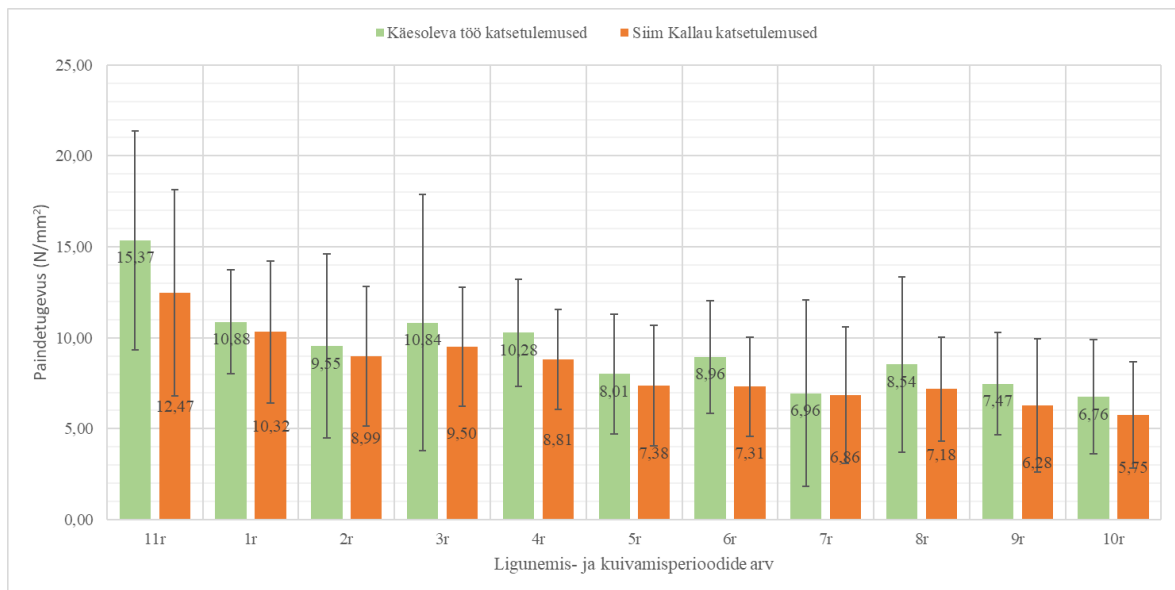
Jooniselt 37 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindetugevusele mõjunud ka ristsuunaliselt lõigatud katsekehadel. Kui 11r perioodi katsekehade keskmistatud paindetugevus oli 15,37 N/mm², siis pärast 1r perioodi langes keskmistatud paindetugevus 10,88 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes ristsuunaliselt lõigatud katsekehade paindetugevus 29%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 3r ja 4r perioodi katsekehad edestasid paindetugevuse poolest 2r katsekehi, kuid peale seda langes paindetugevus tagasi alla. Alates 5r perioodist liikusid katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes 6,76 ja 8,96 N/mm² vahele (42 – 56% algsest paindetugevusest oli kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindetugevus risti plaati peab olema vähemalt 10 N/mm² ning see on saavutatud vees ligunemata 11r perioodi korral. Vees ligunenud 1r, 3r ja 4r perioodi katsekehad vastavad veel standardis toodud paindetugevuse nõuetele. 2r perioodi korral jäi natukene puudu. 5r ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindetugevus enam ei küündinud standardis etteantud väärtuseni.



Joonis 38. Piki plaati lõigatud kuivade katsekehade paindetugevuse võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistr töö vahel [1].

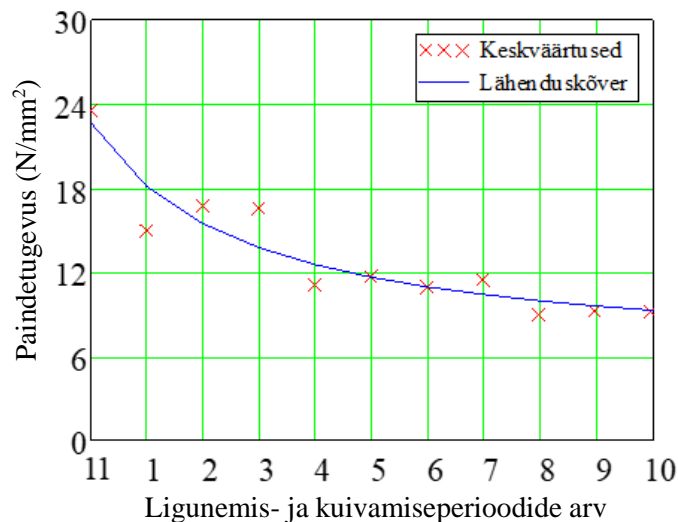
Lihtsamaks võrdluseks selle magistr töö ja Siim Kallau poolt kirjutatud magistr töö vahel paigutati mõlemas töös leitud keskmistatud katsekehade paindetugevuse väärtused samale diagrammile (joonis 38) [1]. Kuna Siim Kallau töös on 0p perioodi katsekehade teatud samadel alustel katsed kui selles magistr töös 11p perioodi katsekehade, siis märgitakse tulpdiaagrammidele nad 11p perioodi katsekehade. Võrreldes seda tööd Kallau magistr tööga, siis kahe erineva tootja OSB/3 plaadidelt piki plaati lõigatud katsekehad annavad erinevaid tugevusnäitajatega tulemusi. Erinevus tuleb sisse kohe 11p perioodi keskmistatud paindetugevuse osas. Kui Kallau 11p perioodi keskmistatud katsekehade paindetugevus on 26,16 N/mm², siis selles töös on 23,46 N/mm². See näitab, et konditsioneer kapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleva OSB/3 plaadil 11% suurema paindetugevusega. Peale esimest ligunemist on vahe suuremaks kasvanud. Siim Kallau töös on 1p perioodi keskmistatud katsekehade paindetugevus 19,81 N/mm², selles magistr töös aga 14,94 N/mm². Protsentuaalselt on 1p perioodi keskmistatud katsekehade paindetugevuse näitaja kasvanud 33% Kallau töös kasutatud OSB/3 plaadi kasuks. 4p perioodi ajaks jõuab kahe plaadi erinevus 68%, kuna Kallau töös leitud paindetugevuse väärtus on 18,64 N/mm² ning käesolevas töös 11,11 N/mm². 10p perioodiks jõuab plaatide erinevus taas tagasi 30% juurde, kuna Kallau töös paindetugevuse väärtuseks on 12,04 N/mm² ja selles töös 9,18 N/mm².



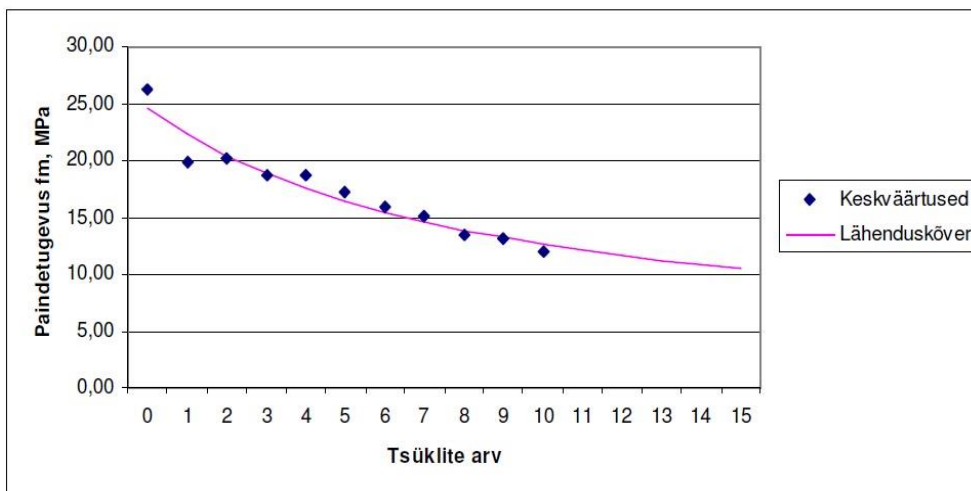
Joonis 39. Risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistritöö vahel [1].

Lihtsamaks võrdluseks selle magistritöö ja Siim Kallau poolt kirjutatud magistritöö vahel paigutati mõlemast tööst leitud keskmistatud katsekehade paindetugevuse väärtused samale diagrammile (joonis 39) [1]. Kuna Siim Kallau töös on 0r perioodi katsekehade teatud samadel alustel katsed kui selles töös 11r perioodi katsekehade teatud, siis märgitakse tulpdiaagrammidele nad 11r perioodi katsekehade teatud. Võrreldes seda tööd Kallau magistritööga, siis kahe erineva tootja OSB/3 plaatidelt risti plaati lõigatud katsekehad annavad enamvähem sarnaste tugevusnäitajatega tulemusi. Erinevus tuleb sisse kohe 11r perioodi keskmistatud paindetugevuse osas. Kui Kallau 11r perioodi keskmistatud katsekehade paindetugevus on 12,47 N/mm², siis selles töös on 15,37 N/mm². See näitab, et konditsioneerkapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleval OSB/3 plaadil 19% väiksema paindetugevusega. Esimesest ligunemist alates on mõlema tootja plaadid sarnaste näitajatega, soosides seekord selles töös kasutatavat OSB/3 plaati. Kõige suurem erinevus on 6r perioodi ajal, kui Siim Kallau töös olev katsetulemuse väärtus on 7,31 N/mm² ja selles töös on väärtuseks 8,96 N/mm². Protsentuaalselt on 6r perioodi keskmistatud katsekehade paindetugevuse näitaja kasvanud 18% Kallau töös kasutatud OSB/3 plaadi kahjuks. Samas 7r perioodil on paindetugevus mõlemal plaadil peaaegu sama, vaid 1% erinevusega. Siim Kallau katsekehal on see 6,86 N/mm² ja selles töös on see 6,96 N/mm². 10r perioodiks jõuab plaatide erinevus taas 15% juurde, kui Kallau töös paindetugevuse väärtuseks on 5,75 N/mm² ja selles töös 6,76 N/mm².

Joonisel 40 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse väärtused. Joonisel 41 on välja toodud 15 perioodi lähenduskõver, kuid siin on kasutatud Siim Kallau tööst võetud diagrammi [1]. Jooniste 40 ja 41 võrdluses selgub, et käesoleva töö lähenduskõver langeb alguses järsumalt, kuid hiljem on laugem. Kallau magistritöös leitud lähenduskõver on algusest peale lauge.



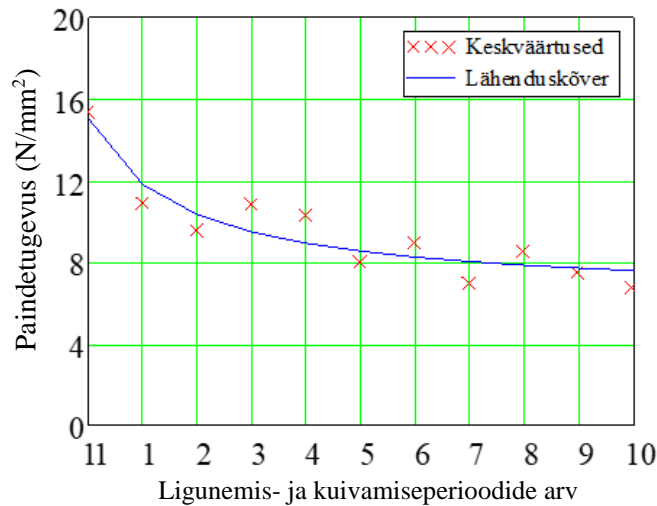
Joonis 40. 10 perioodi lähenduskõver ja piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevus. Parameetrid – $a = 0,029$, $b = 0,079$, $f_{m,0} = 22,7 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 5,6 \text{ N/mm}^2$.



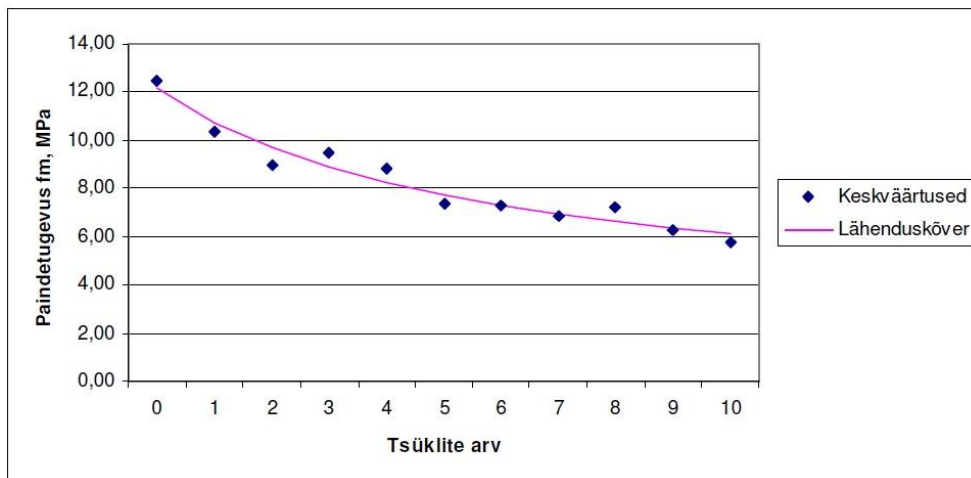
Joonis 41. Siim Kallau piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevus ja 15 perioodi lähenduskõver. Parameetrid – $a = 0,046$, $b = 0,392$, $f_{m,0} = 24,6 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 2,4 \text{ N/mm}^2$ [1].

Joonisel 42 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse väärtused. Joonisel 43 on välja toodud samad

näitajad, kuid siin on kasutatud Siim Kallau tööst võetud diagrammi. Jooniste 42 ja 43 võrdluses selgub, et selles töös langeb lähenduskõver alguses järsumalt, kuid hiljem on laugem kui Siim Kallau töö lähenduskõver. Mõlemas töös on tulemuste kõikumine vähene perioodide lõikes.



Joonis 42. 11 perioodi lähenduskõver ja risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevus. Parameetrid – $a = 0,046$, $b = 0,078$, $f_{m,0} = 15,1 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 6,3 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 43. Siim Kallau risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevus ja lähenduskõver. Parameetrid – $a = 0,064$, $b = 0,352$, $f_{m,0} = 12,2 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,j} = 2,8 \text{ N/mm}^2$ [1].

Piki plaati lõigatud kuivade 1p perioodi katsekehade paindetugevus langes 37% võrreldes ainult konditsioneerimiskapis käinud katsekehadega ning stabiliseerus 10p perioodi lõpuks, olles kaotanud 60% algsest paindetugevusest. Risti plaati lõigatud kuivade 1r perioodi katsekehade paindetugevus langes 29% võrreldes algsega ning stabiliseerus 10r perioodi lõpuks, olles kaotanud 55% algset paindetugevuse katsetulemusest.

Selles töös leitud paindetugevuse katsetulemusi võrreldi Siim Kallau magistritöös saadud tulemustega. Paindetugevust võrreldi nii piki kui ka risti lõigatud kuivade katsekehade tulemustega. Selgus, et piki plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse tulemused olid 1p perioodist alates keskmiselt 36% paremad kui selles töös leitud andmed. 4p perioodi juures olid Siim Kallau magistritöös leitud paindetugevuse tulemused 68% paremad. Risti plaati lõigatud katsekehade paindetugevuse tulemused soosisid pigem selles töös leitud andmeid, olles keskmiselt 12% paremad kui Siim Kallau magistritöös saadud tulemused. 11r perioodi juures olid selles töös leitud katsekehad 19% paremate paindetugevuse näitajatega.

Lähenduskõvera jaoks leiti kuivadele katsekehadele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 16.

Tabel 16. Kuivadele katsekehadele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	a	b	$f_{m,0} (N/mm^2)$	$f_{m,j} (N/mm^2)$
Paindetugevus pikisuunas	0,029	0,079	22,7	5,6
Paindetugevus ristisuunas	0,046	0,078	15,1	6,3

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.1.5. Paindeelastsusmooduli katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral

Järgnevalt on koondtabelites välja toodud kuivade katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused. Piki plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 17. Risti plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 18.

Tabel 17 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub pikisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli keskvärtus 22%, mis on 16% vähem, kui niiskelt katsetatud katsekehadel.

Tabel 17. 11p, 1p – 10p kuivade katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
11p	4158,7	170660,3	413,1	9,9	3353,2	4964,3	-
1p	3256,0	158201,3	397,7	12,2	2480,4	4031,6	9,8
2p	3413,9	164540,6	405,6	11,9	2622,9	4204,9	9,9
3p	3455,5	122942,5	350,6	10,1	2771,8	4139,2	10,9
4p	2679,1	251158,8	501,2	18,7	1701,9	3656,4	10,6
5p	2667,3	398748,7	631,5	23,7	1435,9	3898,7	10,1
6p	2344,5	95427,2	308,9	13,2	1742,1	2946,8	9,3
7p	2600,6	247417,7	497,4	19,1	1630,6	3570,5	10,4
8p	2201,8	192332,7	438,6	19,9	1346,6	3056,9	10,7
9p	2265,2	131352,0	362,4	16,0	1558,4	2971,9	12,0
10p	2052,8	83509,4	289,0	14,1	1489,3	2616,3	11,5

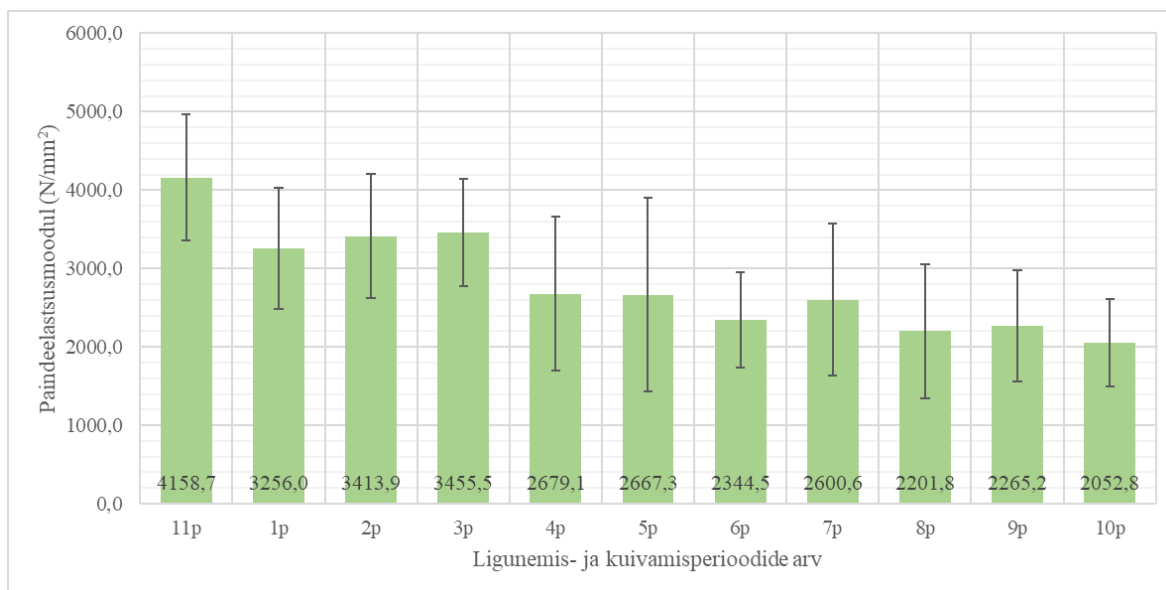
Tabel 18 põhjal võib öelda, et peale esimest ligunemisperioodi kukub ristisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli keskvärtus 25%, mis on 3% suurem kui pikisuunas ja 3% väiksem kui niiskelt katsetatud katsekehadel.

Tabel 18. 11r, 1r – 10r kuivade katsekehade paindeelastsusmooduli katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
11r	2355,6	70602,8	265,7	11,3	1837,5	2873,7	-
1r	1767,3	36914,4	192,1	10,9	1392,6	2142,0	9,8
2r	1741,2	95645,6	309,3	17,8	1138,1	2344,2	9,9
3r	1889,5	176278,3	419,9	22,2	1070,8	2708,2	10,7
4r	1734,3	23607,7	153,6	8,9	1434,7	2033,9	10,4
5r	1487,0	42593,9	206,4	13,9	1084,5	1889,4	10,5
6r	1660,2	44690,2	211,4	12,7	1247,9	2072,4	9,0
7r	1361,2	139623,3	373,7	27,4	632,6	2089,9	10,8
8r	1437,0	269505,5	519,1	36,1	424,7	2449,3	10,5
9r	1395,5	32046,3	179,0	12,8	1046,4	1744,6	11,8
10r	1336,3	53542,3	231,4	17,3	885,1	1787,5	11,5

Järgnevalt on tabelites olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaграмmid, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 44 ja joonisel 45 on välja toodud pikisuunas ja

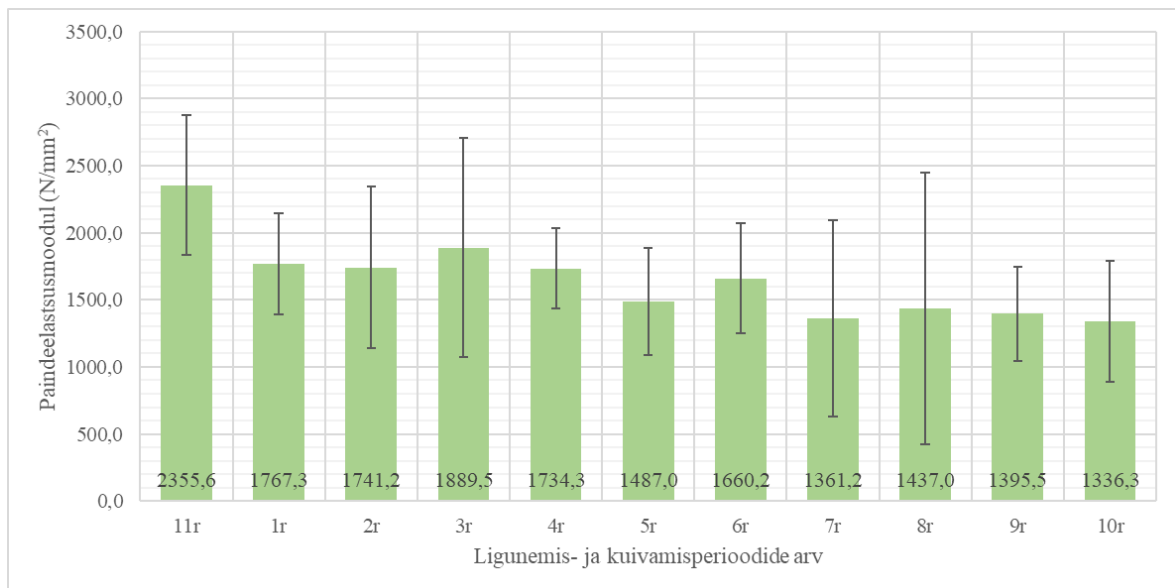
ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade paindeelastsusmooduli väärtused perioodide kaupa ning peale on ka märgitud ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 44. 11p, 1p – 10p kuivade katsekehade paindeelastsusmooduli tulpdiaagramm.

Jooniselt 44 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindeelastsusmoodulile märgatavalt mõjunud. Kui 11p perioodi katsekehade keskmistatud paindeelastsusmoodul oli $4158,7 \text{ N/mm}^2$, siis juba pärast 1p perioodi langes keskmistatud tulemus $3256,0 \text{ N/mm}^2$ peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes pikisuunaliselt lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul 22%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 2p ja 3p perioodi katsekehad edestasid 1p perioodi katsekehi, kuid peale seda langes paindeelastsusmoodul tagasi alla. Alates 4p perioodist liikusid katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes $2052,8 \text{ N/mm}^2$ ja $2679,3 \text{ N/mm}^2$ vahele (31 – 51% algsest paindeelastsusmoodulist oli kadunud).

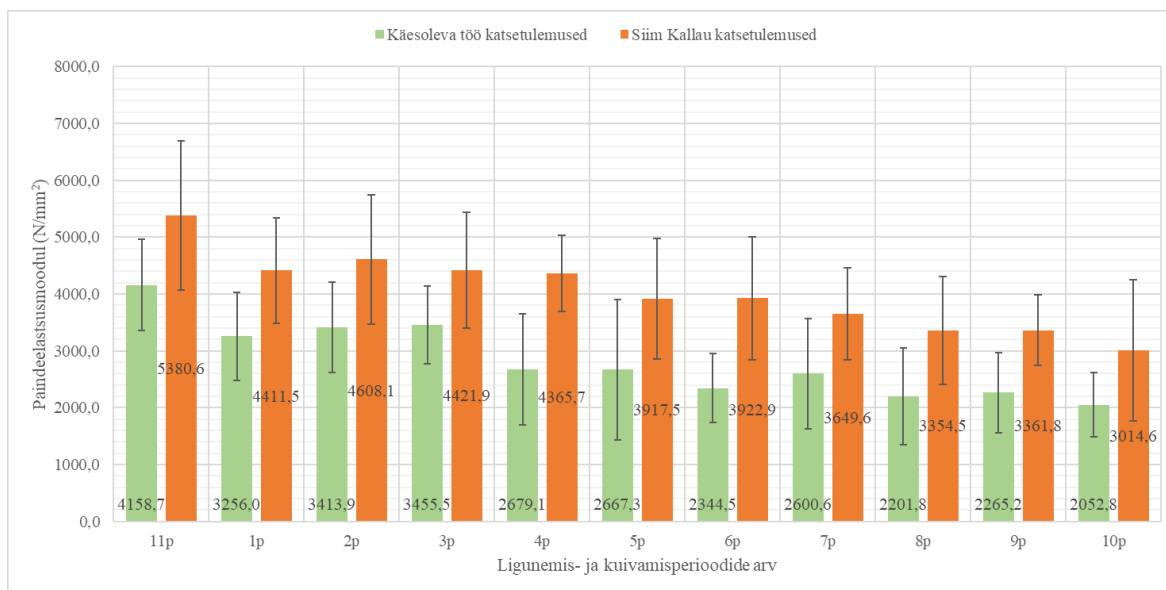
Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindeelastsusmoodul piki plaati peab olema vähemalt 3500 N/mm^2 ning see on saavutatud vees ligunemata 11p perioodi korral. 1p, 2p ja 3p perioodide katsekehad jäävad standardis ettenähtud nõudest napilt allapoole. 4p ligunemis- ja kuivamisperioodist alates paindeelastsusmoodul enam ei küündinud standardis etteantud väärtuseni.



Joonis 45. 11r, 1r – 10r kuivade katsekehade paindeelaastsusmooduli tulpdiagramm.

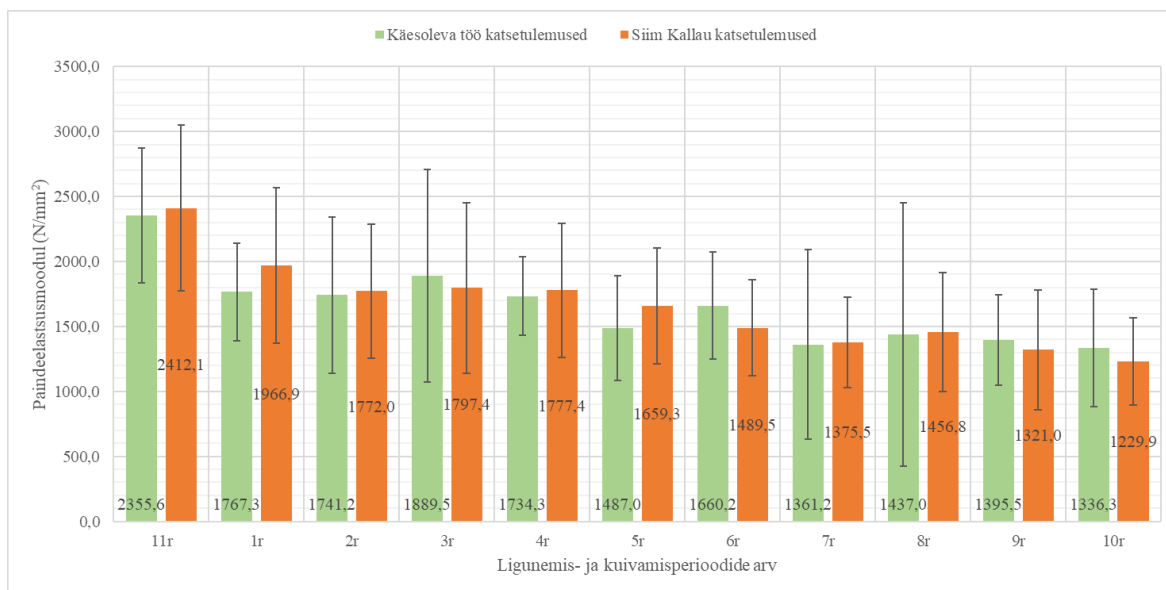
Jooniselt 45 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paindeelaastsusmoodulile märgatavalt mõjunud. Kui 0r perioodi katsekehade keskmistatud paindeelaastsusmoodul oli 2355,6 N/mm², siis pärast 1r perioodi langes keskmistatud tulemus 1767,3 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes ristisuunaliselt löigatud katsekehade paindeelaastsusmoodul 25%. Korra toimus diagrammis tõus, kui 3r perioodi katsetulemused olid paremad 1r ja 2r perioodi katsetulemustest. Alates 3r perioodist liiguvad katsetulemused väikeste tõusude ja mõõnadega järjest allapoole, jäädes 1336,3 N/mm² ja 1889,5 N/mm² vahele (20 – 43% algsest paindeelaastsusmoodulist on kadunud).

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paindeelaastsusmoodul risti plaati peab olema vähemalt 1400 N/mm² ning see on saavutatud vees ligunemata 0r perioodi ja 24 tundi vees ligunenud 1r perioodi korral. Samamoodi ka 2r, 3r, 4r, 5r, 6r, 8r perioodi katsekehade puhul. 7r, 9r ja 10r ligunemis- ja kuivamisperioodi katsekehad enam ei küüni standardis etteantud paindeelaastsusmooduli väärtuseni.



Joonis 46. Piki plaati lõigatud katsekehade paindeelaastsusmooduli võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistritöö vahel [1].

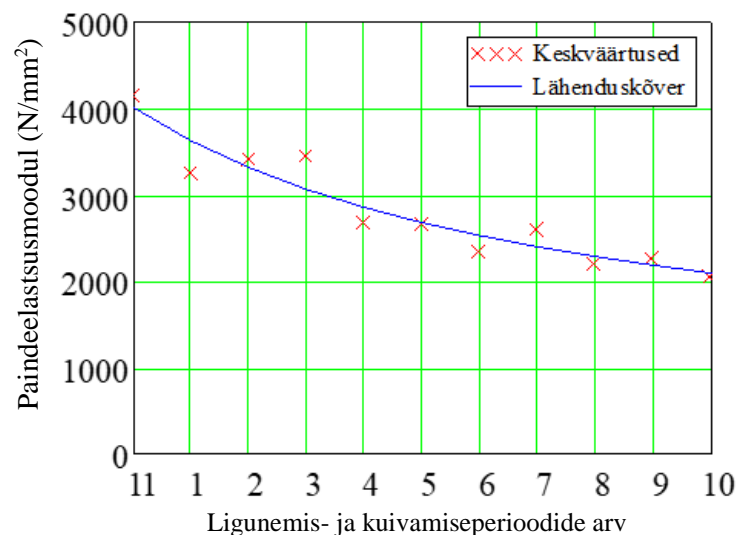
Lihtsamaks võrdluseks selle magistritöö ja Siim Kallau poolt kirjutatud magistritöö vahel paigutati mõlemast tööst leitud keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmooduli väärtused samale diagrammile (joonis 46) [1]. Kuna Siim Kallau töös [1] on 0p perioodi katsekehadega tehtud samadel alustel katsed, kui selles töös 11p perioodi katsekehadega, siis märgitakse tulpdiaagrammidele nad 11p perioodi katsekehadena. Selle magistritöö võrdlemisel Siim Kallau magistritööga selgus, et kahe erineva tootja OSB/3 plaatidelt piki plaati lõigatud katsekehad annavad erinevaid tulemusi. Erinevus tuleb sisse kohe 11p perioodi keskmistatud paindeelaastsusmooduli osas. Kui Kallau 11p perioodi keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmoodul on 5380,6 N/mm², siis antud töös on vastav väärtus 4158,7 N/mm². See näitab, et konditsioneerikapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleval OSB/3 plaadil 29% suurema paindeelaastsusmooduliga. Peale esimest ligunemist on vahe suuremaks kasvanud. Siim Kallau töös on 1p perioodi keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmoodul 4411,5 N/mm², selles töös aga 3256,0 N/mm². Protsentuaalselt on 1p perioodi keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmooduli näitaja kasvanud 35% Kallau töös kasutatud OSB/3 plaadi kasuks. 4p perioodi ajaks jõuab kahe plaadi erinevus ületada 63% piiri, kui Kallau töös leitud paindeelaastsusmooduli väärtus on 4365,7 N/mm² ning selles töös 2679,1 N/mm². 10p perioodiks jõuab plaatide erinevus 47% juurde, kui Kallau töös paindeelaastsusmooduli väärtuseks on 3014,6 N/mm² ja selles töös 2052,8 N/mm².



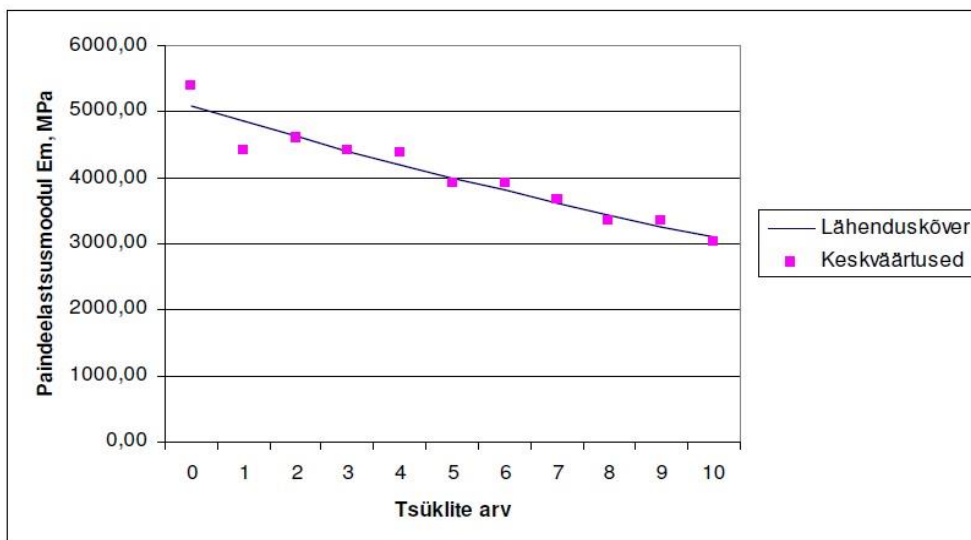
Joonis 47. Risti plaati lõigatud katsekehade paindeelaastsusmooduli võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistritöö vahel [1].

Selle magistritöö ja Siim Kallau kirjutatud magistritöö lihtsamaks võrdlemiseks paigutati mõlemast tööst leitud keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmooduli väärtused samale diagrammile (joonis 47) [1]. Kuna Siim Kallau töös [1] on 0r perioodi katsekehadega tehtud samadel alustel katsed kui selles töös 11r perioodi katsekehadega, siis märgitakse tulpdiaagrammidele nad 11r perioodi katsekehadena. Sell magistritöö võrdlemisel Siim Kallau magistritööga selgus, et kahe erineva tootja OSB/3 plaatidelt risti plaati lõigatud katsekehade tulemused on täiesti identsed. 11r perioodi võrreldes on katsekehade paindeelaastsusmooduli erinevus kõigest 2% Siim Kallau töös kasutatud plaadi kasuks. Suurim erinevus tuleb sisse 1r perioodi keskmistatud paindeelaastsusmooduli osas. Kui tema 1r perioodi keskmistatud katsekehade paindeelaastsusmoodul on 1966,9 N/mm², siis antud töös on selleks väärtuseks 1767,3 N/mm². See näitab, et konditsioneerapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleval OSB/3 plaadil 11% suurema paindeelaastsusmooduliga. Peale esimest ligunemist oli vahe suurenenud ja kasvanud 22% erinevuseks Siim Kallau töös kasutatud OSB/3 plaadi kasuks. Juba 2r perioodist vähenes järjepidevalt mõlema plaadi omavaheline paindeelaastsusmooduli tulemuste erinevus, jõudes 10r perioodil 8% erinevuseni selles töös kasutatud OSB/3 plaadi kasuks. Kallau paindeelaastsusmoodul 10r perioodi lõpus 1229,9 N/mm² ning praeguses töös leitud tulemus 10r perioodi lõpus 1336,3 N/mm².

Joonisel 48 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli väärtused. Joonisel 49 on välja toodud samad näitajad, kuid siin on kasutatud Siim Kallau tööst võetud diagrammi. Jooniste 48 ja 49 võrdluses selgub, et kui Kallau töös on lähenduskõver sirge, siis selles töös on see pigem lauge. Mõlemas töös katsetulemused on enamvähem stabiilsed ja ühtivad lähenduskõveraga.

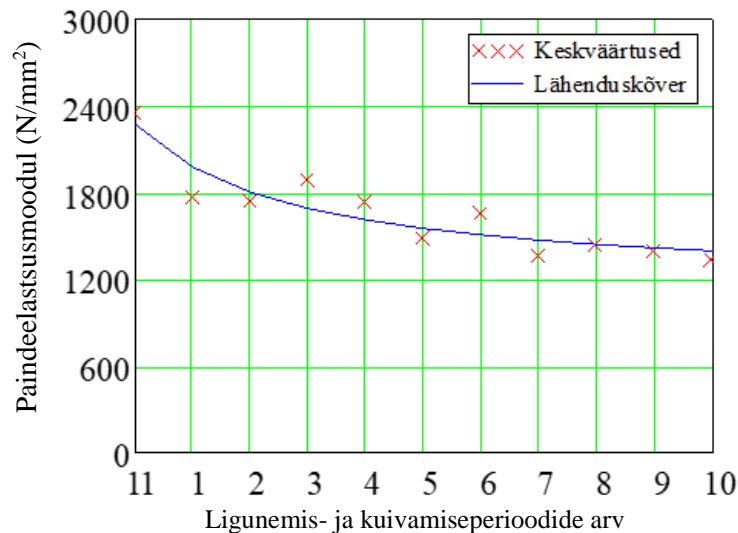


Joonis 48. 10 perioodi lähenduskõver ja piki plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul. Tegurid – $c = 0,01$, $d = 0,078$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 4021 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 608 \text{ N/mm}^2$.

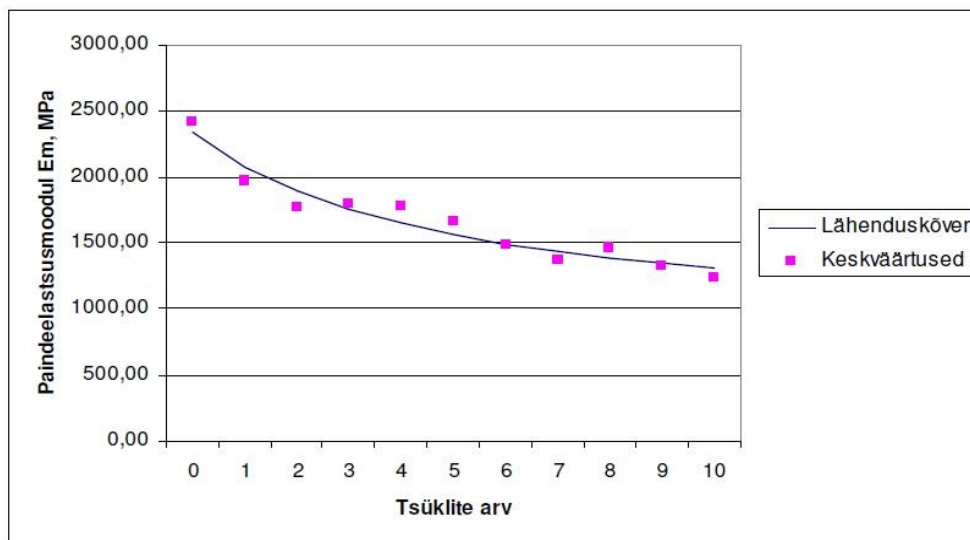


Joonis 49. Siim Kallau piki plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul ja 10 perioodi lähenduskõver. Tegurid – $c = 0,004$, $d = 0,206$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 5081 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 7157 \text{ N/mm}^2$ [1].

Joonisel 50 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega risti plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmooduli väärtused. Joonisel 51 on välja toodud samad näitajad, kuid siin on kasutatud Siim Kallau tööst võetud diagrammi. Jooniste 50 ja 51 võrdluses selgub, et mõlema töö puhul on katsete kõikumine perioodide lõikes väike, lähendussirged on lauged ning sobivad hästi tulevaste katsetulemuste ennustamiseks arvutuslikul teel.



Joonis 50. 10 perioodi lähenduskõver ja risti plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul. Tegurid – $c = 0,028$, $d = 0,077$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 2279 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 1157 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 51. Siim Kallau risti plaati lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul ja lähenduskõver. Tegurid – $c = 0,064$, $d = 0,352$ ja parameetrid – $E_{m,0} = 12,2 \text{ N/mm}^2$, $E_{m,j} = 2,8 \text{ N/mm}^2$ [1].

Piki plaati lõigatud kuivade 1p perioodi katsekehade paindeelastsusmoodul langes 22% võrreldes algsega ning stabiliseerus 10p perioodi lõpuks, olles kaotanud ligi 50% algsest paindeelastsusmooduli väärtusest. Risti plaati lõigatud 1r perioodi katsekehade paindeelastsusmoodul langes 25% võrreldes algsega ning stabiliseerus 10r perioodi lõpuks, olles kaotanud ligi 45% algsest elastsusmooduli väärtusest.

Selles töös leitud paindeelastsusmooduli katsetulemusi võrreldi veel Siim Kallau magistritööst saadud tulemustega. Paindeelastsusmoodulit võrreldi nii piki kui ka risti lõigatud kuivade katsekehade tulemustega. Paindeelastsusmooduli andmeid võrreldes selgub, et taaskord on Siim Kallau töös leitud katsetulemused 1r perioodist alates keskmiselt 45% paremad, kui selles töös leitud andmed. 6r perioodi juures 67% paremad. Risti plaati lõigatud katsekehade tulemused olid suhteliselt võrdsed. 5r perioodi juures olid Siim Kallau paindeelastsusmooduli tulemused 12% paremad, samas 6r perioodi juures olid selle töö tulemused 10% paremad.

Lähenduskõvera jaoks leiti kuivadele katsekehadele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 19.

Tabel 19. Kuivadele katsekehadele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	c	d	$E_{m,0} (N/mm^2)$	$E_{m,j} (N/mm^2)$
Paindeelastsusmoodul pikisuunas	0,01	0,078	4021	608
Paindeelastsusmoodul ristisuunas	0,028	0,077	2279	1157

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.1.6. Paindeelastsusmooduli seos paindetugevusega kuivade katsekehade korral

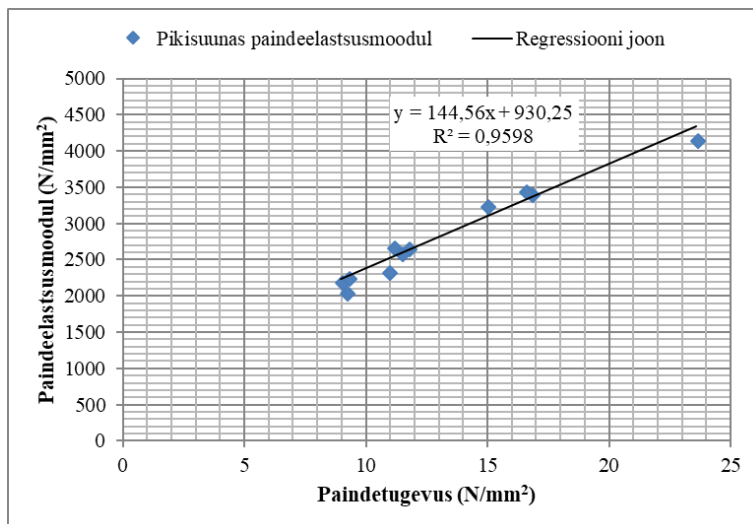
Käesolevas peatükis uuriti paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse väärtuste omavahelist seost. Selle jaoks tehti tabelite põhjal kaks graafikut, mis iseloomustavad paremini paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse sõltuvust omavahel. Graafikule kanti veel regressiooni joon, regressiooni valem ning determinatsioonikordaja R^2 .

Järgnevalt on koondtabelis välja toodud paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli katsetulemuste väärtused. Piki ja risti plaati löigatud katsekehade paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli katsetulemused on välja toodud tabelis 20.

Tabel 20. 11p, 1p – 10p ja 11r, 1r – 10r kuivade katsekehade paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

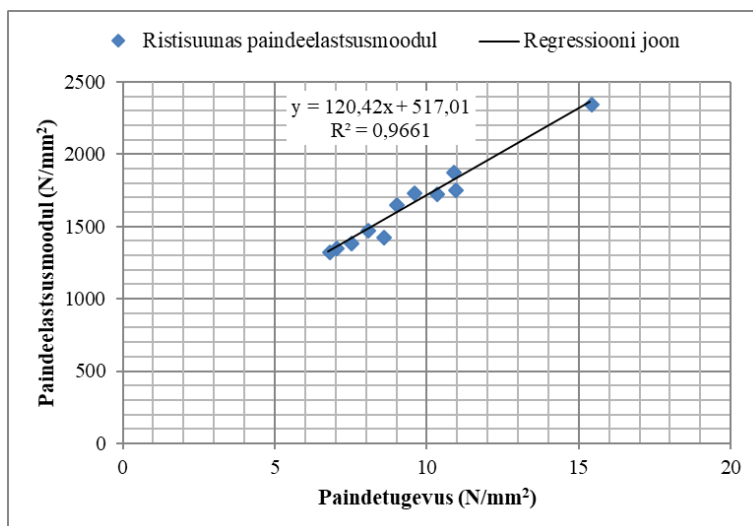
	Paindetugevus N/mm ²	Paindeelastsusmoodul N/mm ²		Paindetugevus N/mm ²	Paindeelastsusmoodul N/mm ²
11p	23,57	4159	11r	15,37	2356
1p	14,94	3256	1r	10,88	1767
2p	16,76	3414	2r	9,55	1741
3p	16,55	3456	3r	10,84	1890
4p	11,11	2679	4r	10,28	1734
5p	11,71	2676	5r	8,01	1487
6p	10,92	2344	6r	8,96	1660
7p	11,42	2601	7r	6,96	1361
8p	8,98	2202	8r	8,54	1437
9p	9,24	2265	9r	7,47	1396
10p	9,18	2053	10r	6,76	1336

Tabeli 20 11p, 1p – 10p kuivade katsekehade paindetugevuse ja paindeelastsusmooduli katsetulemuste põhjal loodi graafik (joonis 52), mis näitab paindeelastsusmooduli väärtuste seost paindetugevuse väärtustega. Mida väiksemaks lähevad paindetugevuse katsetulemuste väärtused, seda väiksemaks lähevad ka paindeelastsusmooduli väärtused. Antud regressiooni valem näitab, et paindeelastsusmooduli väärtus on prognoositav paindetugevuse kaudu valemiga $y = 144,56 \cdot \text{paindetugevus} + 930,25$. Eelneva valemiga on võimalik ära kirjeldada 96,0% tunnuse paindeelastsusmoodul hajuvusest.



Joonis 52. Pikisuunas lõigatud kuivade katsekehade paindeelasticusmooduli ja paindetugevuse omavahelise seose graafik.

Tabeli 20 11r, 1r – 10r niiskete katsekehade paindetugevuse ja paindeelasticusmooduli katsetulemuste põhjal loodi graafik (joonis 53), mis näitab paindeelasticusmooduli väärtuste seost paindetugevuse väärtustega. Mida väiksemaks lähevad paindetugevuse katsetulemuste väärtused, seda väiksemaks lähevad ka paindeelasticusmooduli väärtused. Antud regressiooni valem näitab, et paindeelasticusmooduli väärtus on prognoositav paindetugevuse kaudu valemiga $y = 120,42 \cdot \text{paindetugevus} + 517,01$. Eelneva valemiga on võimalik ära kirjeldada 96,6% tunnuse paindeelasticusmoodul hajuvusest.



Joonis 53. Ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade paindeelasticusmooduli ja paindetugevuse omavahelise seose graafik.

Graafikutele leitud lineaarsed sirged koos valemitega sobivad hästi saadud tulemustega. Vastavad mudelid suudavad ära kirjeldada 96,0% pikisuunas lõigatud märgade katsekehade tulemuste hajuvusest ning 96,6% ristisuunas lõigatud märgade katsekehade katsetulemuste hajuvust.

3.2. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs

Käesolevas peatükis on välja toodud OSB/3 plaadi pinnakõvaduse katsete tulemused nii niiskelt kui ka kuivalt ning nende analüüs. Niiskelt teostati katsed vahetult peale 24-tunnist vees ligunemist. Kuivalt teostati katsed vahetult peale konditsioneerimiskapist võtmist, millele eelnes nii mitmekordne 24-tunnine vees ligunemise ja 48-tunnine kuivatuskapis kuivamise periood, kui kehale oli märgitud. Selle magistritöö kuivade katsekehade tulemusi võrreldi ka Siim Kallau magistritöö kuivade katsekehade tulemustega.

Pinnakõvaduse katsete puhul ei omanud tähtsust OSB plaadi katsekehade lõikamissuund ning sellepärast arvestati piki ja risti lõigatud katsekehad kokku. Ühes katseperioodis oli 12 katsekeha ning iga katsekehaga tehti 2 katset. Kokku tehti 24 katset. Katsetulemused on eraldi välja toodud nii niiskelt kui ka kuivalt tehtud katsekehadega ning juurde on lisatud ka lähenduskõvera graafikud. Ühepoolseks t-väärtuseks valiti $t_n = 1,71$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 12 tükki, millega teostati kokku 24 katset. Op ja Or perioodi korral on tegu tarnekuivaga ning 11p ja 11r perioodi korral on tegu 65% suhtelise õhuniiskuse juures hoitud katsekehadega, mis on saavutanud stabiilse niiskustaseme. Lisades 25 – 48 on välja toodud iga katsekeha pinnakõvadus. Lisades 91 – 110 on välja toodud iga katsekeha niiskussisaldus.

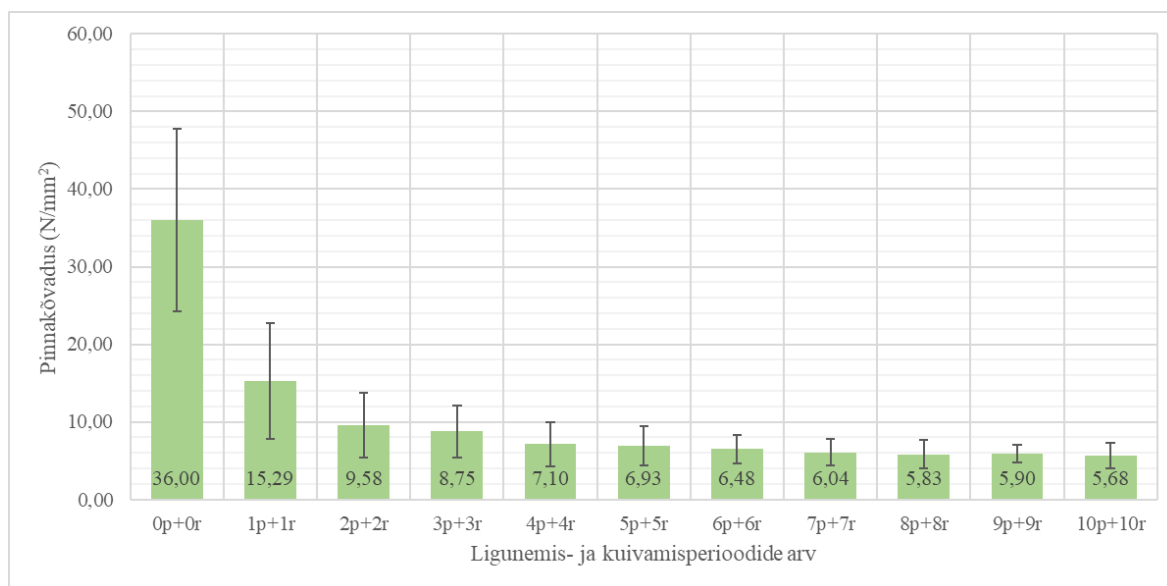
3.2.1. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral

Tabelis 21 on välja toodud niiskete katsekehade pinnakõvaduse katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi kukub piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pinnakõvaduse keskväärtus juba 58%.

Tabel 21. 0p+0r – 10p+10r niiskete katsekehade pinnakõvaduse katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
0p+0r	36,00	47,02	6,86	19,05	24,27	47,72	2,7
1p+1r	15,29	18,94	4,35	28,46	7,85	22,73	45,4
2p+2r	9,58	5,98	2,45	25,53	5,40	13,76	59,5
3p+3r	8,75	3,80	1,95	22,28	5,42	12,08	58,8
4p+4r	7,10	2,71	1,65	23,19	4,29	9,92	71,5
5p+5r	6,93	2,15	1,47	21,13	4,43	9,44	78,0
6p+6r	6,48	1,20	1,10	16,93	4,60	8,35	78,5
7p+7r	6,04	0,98	0,99	16,38	4,35	7,73	86,3
8p+8r	5,83	1,21	1,10	18,89	3,94	7,71	80,5
9p+9r	5,90	0,45	0,67	11,39	4,75	7,05	93,6
10p+10r	5,68	0,90	0,95	16,70	4,06	7,31	97,4

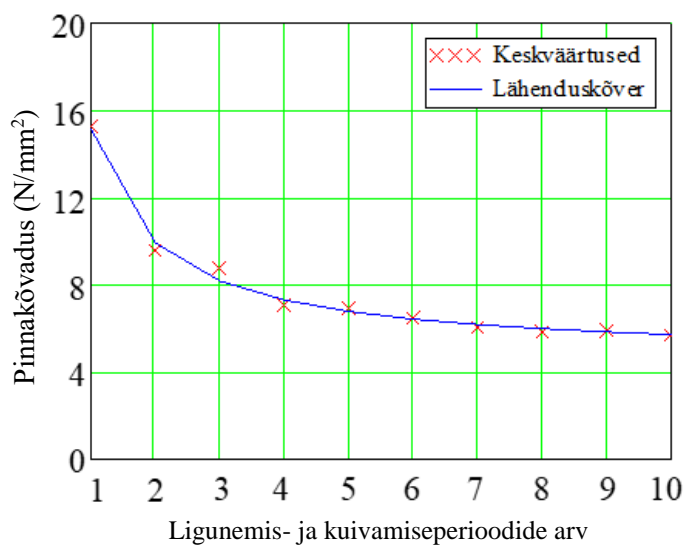
Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 54 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud niiskete katsekehade pinnakõvaduse väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.

**Joonis 54.** 0p+0r – 10p+10r niiskete katsekehade pinnakõvaduse tulpdiagramm.

Jooniselt 54 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi pinnakõvadusele märgatavalt mõjunud. Kui 0p+0r perioodi katsekehade keskmistatud pinnakõvadus on 36,00 N/mm², siis juba pärast 1p+1r perioodi langes

keskmistatud pinnakõvadus $15,29 \text{ N/mm}^2$ peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes piki- ja ristisuunaliselt lõigatud katsekehade pinnakõvadus 58%. Pinnakõvaduse tulemused olid kogu 11 perioodi vältel pidevas languses. 10p+10r perioodi lõpuks langes pinnakõvaduse tulemus $5,68 \text{ N/mm}^2$ (84% algsest pinnakõvadusest oli kadunud).

Joonisel 55 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki ja risti plaati lõigatud katsekehade pinnakõvaduse väärtused.



Joonis 55. 10 perioodi lähenduskõver ning piki ja risti plaati lõigatud katsekehade pinnakõvadus. Tegurid – $e = 0,179$, $g = 0,178$ ja parameetrid – $H_0 = 15,3 \text{ N/mm}^2$, $H_j = 4,7 \text{ N/mm}^2$.

Käesolevas peatükis teostatud katsetest selgus, et 1p+1r perioodi piki ja risti plaati lõigatud niiskete katsekehade pinnakõvadus langes koheselt võrreldes tarnekuivaga ligi 60% ning stabiliseerus 10p+10r perioodi lõpuks, olles kaotanud 84% algsest pinnakõvadusest.

Lähenduskõvera jaoks leiti niisketele katsekehadele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 22.

Tabel 22. Niisketele katsekehadele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	e	g	$H_0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$H_j \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Pinnakõvadus piki- ja ristisuunas	0,179	0,178	15,3	4,7

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

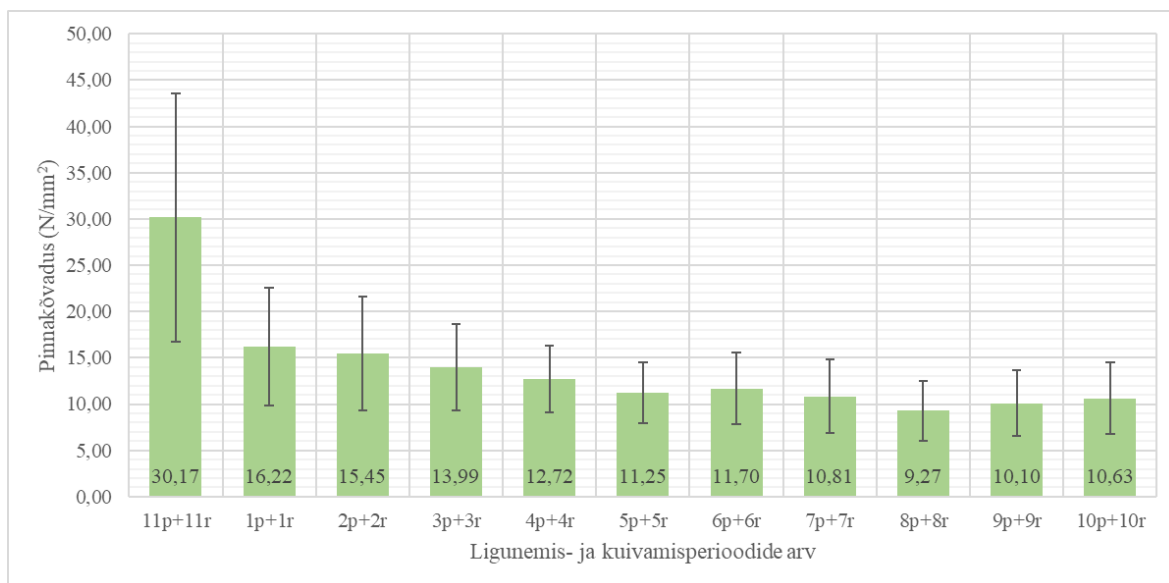
3.2.2. Pinnakõvaduse katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral

Tabelis 23 välja toodud kuivade katsekehade pinnakõvaduse katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi kukub piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pinnakõvaduse keskvaartus juba 46%.

Tabel 23. 11p+11r, 1p+1r – 10p+10r niiskete katsekehade pinnakõvaduse katsetulemused

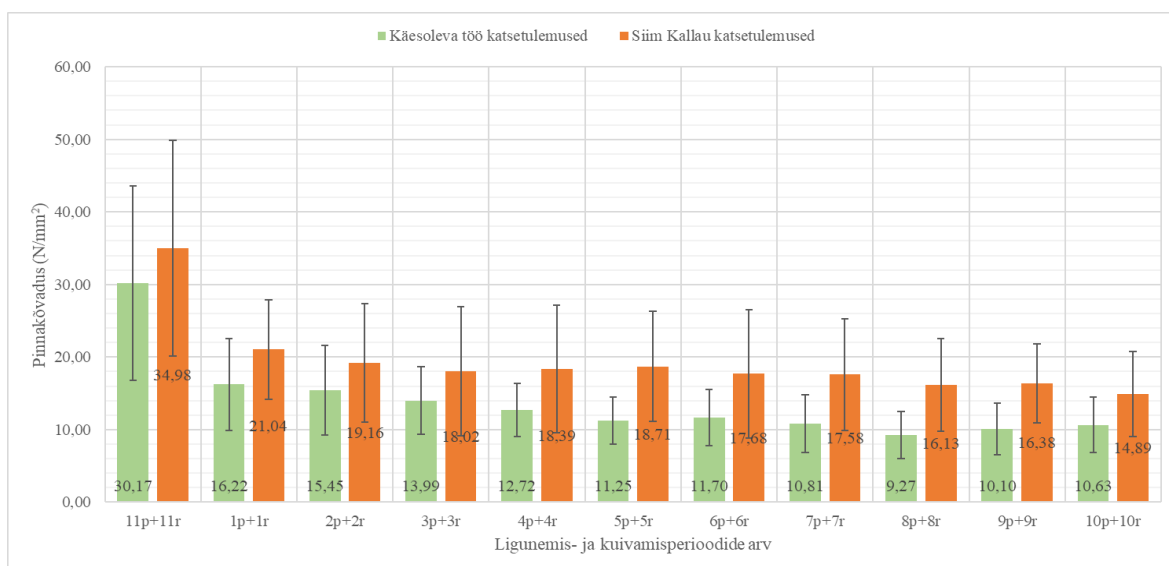
	Kesk- väärtus \bar{x}_j , N/mm ²	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, N/mm ²	Standard- hälve $S_{w,j}$, N/mm ²	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, N/mm ²	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, N/mm ²	Niiskus- sisaldus H, %
11p+11r	30,17	61,56	7,85	26,01	16,75	43,58	-
1p+1r	16,22	13,74	3,71	22,85	9,88	22,56	9,8
2p+2r	15,45	13,10	3,62	23,42	9,26	21,64	9,9
3p+3r	13,99	7,35	2,71	19,37	9,36	18,63	10,8
4p+4r	12,72	4,53	2,13	16,74	9,08	16,36	10,5
5p+5r	11,25	3,65	1,91	17,00	7,98	14,51	10,3
6p+6r	11,70	5,17	2,27	19,43	7,81	15,58	9,1
7p+7r	10,81	5,42	2,33	21,53	6,83	14,79	10,6
8p+8r	9,27	3,54	1,88	20,30	6,05	12,49	10,6
9p+9r	10,10	4,41	2,10	20,80	6,50	13,69	11,9
10p+10r	10,63	5,01	2,24	21,06	6,80	14,46	11,5

Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 56 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade pinnakõvaduse väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 56. 11p+11r, 1p+1r – 10p+10r kuivade katsekehade pinnakõvaduse tulpdiaagramm.

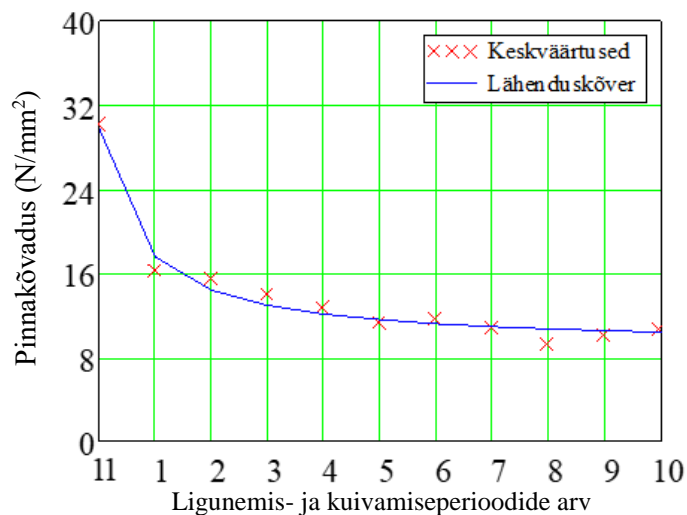
Jooniselt 56 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi pinnakõvadusele märgatavalt mõjunud. Kui 11p+11r perioodi katsekehade keskmistatud pinnakõvadus on 30,17 N/mm², siis juba pärast 1p+1r perioodi langes keskmistatud pinnakõvadus 16,22 N/mm² peale. See tähendab, et peale esimest 24-tunnist vees ligunemist langes piki- ja ristisuunaliselt lõigatud katsekehade pinnakõvadus 46%. Pinnakõvaduse tulemused olid kogu 11 perioodi vältel pidevas languses. 10p+10r perioodi lõpuks langes pinnakõvaduse tulemus 10,63 N/mm² (65% algsest pinnakõvadusest oli kadunud).



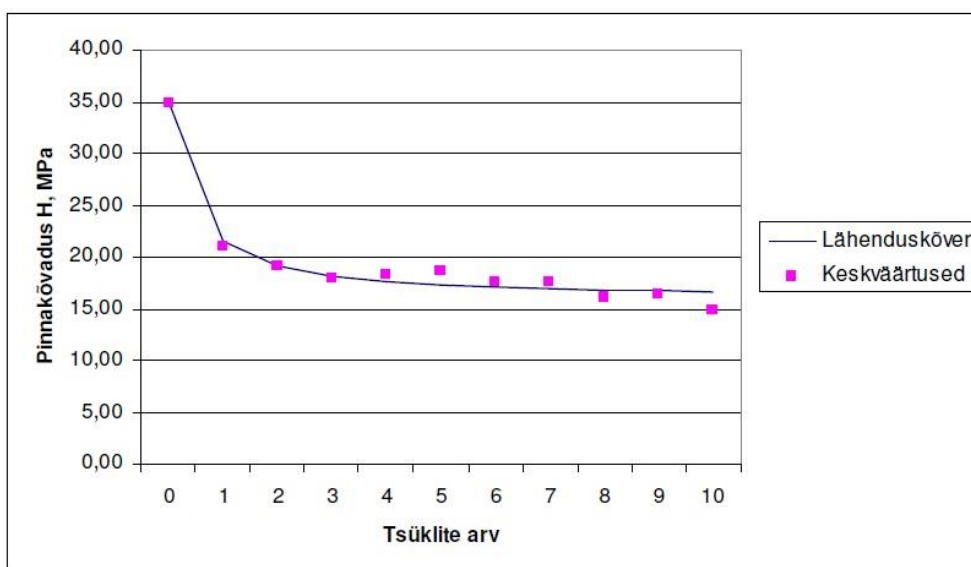
Joonis 57. Katsekehade pinnakõvaduse võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistritöö vahel [1].

Selle magistr töö ja Siim Kallau kirjutatud magistr töö lihtsamaks võrdlemiseks paigutati mõlemast tööst leitud keskmistatud katsekehade pinnakõvaduse väärtused samale diagrammile (joonis 57) [1]. Kuna Siim Kallau töös [1] on 0p+0r perioodi katsekehade teatud samadel alustel katsed, kui selles töös 11p+11r perioodi katsekehade, siis märgitakse tulpdiaagrammidele nad 11p+11r perioodi katsekehade. Selle magistr töö võrdlemisel Siim Kallau magistr tööga selgus, et kahe erineva tootja OSB/3 plaatidelt piki ja risti plaati lõigatud katsekehad annavad erinevaid tulemusi. Erinevus tuleb sisse kohe 11p+11r perioodi keskmistatud pinnakõvaduse osas. Kui Kallau 11p+11r perioodi keskmistatud katsekehade pinnakõvadus on $34,98 \text{ N/mm}^2$, siis antud töös on vastav väärtus $30,17 \text{ N/mm}^2$. See näitab, et konditsioneer kapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleval OSB/3 plaadil 16% suurema pinnakõvadusega. Peale esimest 24-tunnist ligunemist on vahe suuremaks kasvanud. Siim Kallau töös on 1p+1r perioodi keskmistatud katsekehade pinnakõvadus $21,04 \text{ N/mm}^2$, selles töös aga $16,22 \text{ N/mm}^2$. Protsentuaalselt on 1p+1r perioodi keskmistatud katsekehade pinnakõvaduse näitaja kasvanud 30% Kallau töös kasutatud OSB/3 plaadi kasuks. 8p+8r perioodi ajaks jõuab kahe plaadi erinevus ületada 74% piiri, kui Kallau töös leitud pinnakõvaduse väärtus on $16,13 \text{ N/mm}^2$ ning selles töös $9,27 \text{ N/mm}^2$. 10p+10r perioodiks jõuab plaatide erinevus 40% juurde, kui Kallau töös pinnakõvaduse väärtuseks on $14,89 \text{ N/mm}^2$ ja selles töös $10,63 \text{ N/mm}^2$.

Joonisel 58 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud väärtustega piki ja risti plaati lõigatud katsekehade pinnakõvaduse väärtused. Joonisel 59 on välja toodud samad näitajad, kuid siin on kasutatud Siim Kallau tööst võetud diagrammi. Jooniste 58 ja 59 võrdluses selgub, et mõlemas töös langeb lähenduskõver kohe esimese perioodiga alla, kuid hiljem on väga lauge ning sobib katsetulemustega hästi. Perioodide lõikes on ka tulemuste kõikumine minimaalne.



Joonis 58. 10 perioodi lähenduskõver ning piki ja risti plaati lõigatud katsekehade pinnakõvadus. Tegurid – $e = 0,113$, $g = 0,077$ ja parameetrid – $H_0 = 30,1 \text{ N/mm}^2$, $H_j = 9,0 \text{ N/mm}^2$.



Joonis 59. Siim Kallau piki ja risti plaati lõigatud katsekehade pinnakõvadus ja lähenduskõver. Tegurid – $e = 0,425$, $g = 0,18$ ja parameetrid – $H_0 = 34,95 \text{ N/mm}^2$, $H_j = 18,84 \text{ N/mm}^2$ [1].

Piki ja risti plaati lõigatud kuivade 1p+1r perioodi katsekehade pinnakõvadus langes 46% võrreldes ainult konditsioneerimiskapis käinud katsekehadega ning stabiliseerus 10p+10r perioodi lõpuks, olles kaotanud 65% algsest pinnakõvadusest.

Niisketel ja kuivadel katsekehadel oli pärast esimest leotamist järsk langus pinnakõvaduse väärtuse osas. Kui niisketel katsekehadel langes 10p+10r perioodi lõpuks pinnakõvadus

84%, siis kuivadel kehal oli see näitaja 19% parem ehk 65%. Niisked katsekehad stabiliseerusid kiiremini ning perioodide tulemused olid ühtlasemad. Kuivad katsekehade väärtused aga langesid iga perioodiga allapoole välja arvatud 9p+9r ja 10p+10r perioodil.

Selles töös leitud pinnakõvaduse katsetulemusi võrreldi veel Siim Kallau magistritööst saadud tulemustega. Pinnakõvadust võrreldi kuivade piki ja risti lõigatud katsekehade tulemustega. Selgus, et piki ja risti plaati lõigatud katsekehade tulemused olid 1p+1r perioodist alates keskmiselt 45% paremad kui selles töös leitud andmed. 8p+8r perioodi juures lausa 74% paremad.

Lähenduskõvera jaoks leiti kuivadele katsekehadele omad tegurid ja parameetrid, mis on toodud välja tabelis 24.

Tabel 24. Kuivadele katsekehadele leitud tegurid ja parameetrid

Otsitavad väärtused	e	g	H_0 (N/mm ²)	H_j (N/mm ²)
Pinnakõvadus piki- ja ristisuunas	0,113	0,077	30,05	9,0

Leitud tegurid ja parameetrid sobisid lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.3. Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs

Käesolevas peatükis on välja toodud OSB/3 plaadi paksusesse pundumise katsete tulemused nii niiskelt kui ka kuivalt ning nende analüüs. Niiskelt teostati katsed vahetult peale 24-tunnist vees ligunemist. Kuivalt teostati katsed vahetult peale konditsioneerimiskapist võtmist, millele eelnes nii mitmekordne 24-tunnine vees ligunemise ja 48-tunnine kuivatuskapis kuivamise periood, kui kehale oli märgitud. Võrreldi ka käesoleva töö kuivade katsekehade tulemusi Siim Kallau poolt kirjutatud magistritöö kuivade katsekehade tulemustega.

Paksusesse pundumise katsete puhul ei omanud tähtsust OSB plaadi katsekehade lõikamissuund ning sellepärast arvestati piki ja risti lõigatud katsekehad kokku. Niiskete katsekehadega katseperioodis oli 24 katsekeha ning iga katsekehaga tehti 1 katse. Kokku

tehti 24 katset. Kuivade katsekehade katseperioodis oli 12 katsekeha ning iga katsekehaga tehti 1 katse. Kokku 12 katset. Katsetulemused on eraldi välja toodud nii niiskelt kui ka kuivalt tehtud katsekehade ning juurde on lisatud ka lähenduskõvera graafikud. Niiskete katsekehade jaoks valiti ühepoolseks t-väärtuseks $t_n = 1,71$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 24 tükki. Kuivade katsekehade jaoks valiti ühepoolseks t-väärtuseks $t_n = 1,80$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 12 tükki. 11p ja 11r perioodi korral on tegu 65% suhtelise õhuniiskuse juures hoitud katsekehade, mis on saavutanud stabiilse niiskustaseme. Lisades 49 – 68 on välja toodud iga katsekeha paksusesse pundumised. Lisades 91 – 110 on välja toodud iga katsekeha niiskussisaldus.

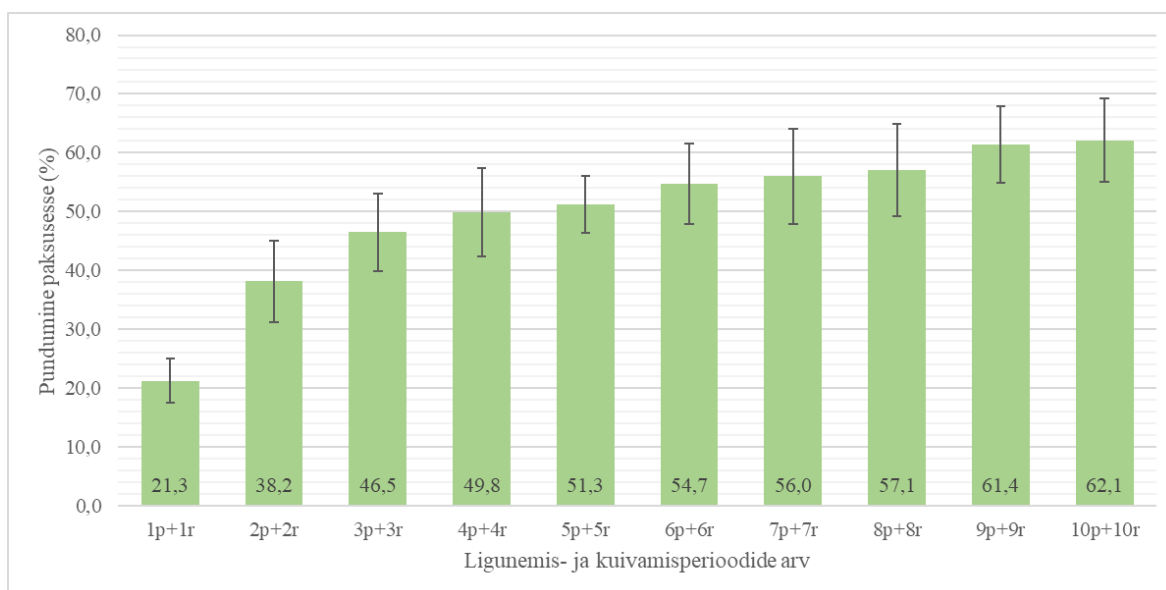
3.3.1. Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral

Tabelis 25 välja toodud niiskete katsekehade paksusesse pundumise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi punduvad 1p+1r katsekehad võrreldes algsete katsekehade 21.3%.

Tabel 25. 1p+1r – 10p+10r niiskete katsekehade paksusesse pundumise katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1p+1r	21,3	4,7	2,2	10,2	17,6	25,0	45,4
2p+2r	38,2	16,5	4,1	10,6	31,2	45,1	59,5
3p+3r	46,5	14,9	3,9	8,3	39,9	53,1	58,8
4p+4r	49,8	19,3	4,4	8,8	42,3	57,3	71,5
5p+5r	51,3	7,9	2,8	5,5	46,5	56,1	78,0
6p+6r	54,7	16,3	4,0	7,4	47,8	61,6	78,5
7p+7r	56,0	22,2	4,7	8,4	47,9	64,1	86,3
8p+8r	57,1	21,2	4,6	8,1	49,2	65,0	80,5
9p+9r	61,4	14,4	3,8	6,2	54,9	67,8	93,6
10p+10r	62,1	17,2	4,2	6,7	55,0	69,2	97,4

Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 60 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud niiskete katsekehade paksusesse pundumise väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 60. 1p+1r – 10p+10r niiskete katsekehade paksusesse pundumise tulpdiaagramm.

Jooniselt 60 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paksust oluliselt mõjutanud. 1p+1r perioodi katsekehade keskmistatud pundumine on 21,3%. Pärast 2p+2r perioodi on katsekehade keskmistatud pundumine tõusnud juba 38,2% algsete katsekehade paksuse väärtusest. Katsekehade pundumise tulemused on olnud kogu 10 perioodi vältel pidevas tõusus. 10p+10r perioodi lõpuks on katsekehad 62,1% paksemad, kui alged katsekehad.

Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paksusesse pundumine piki ja risti plaati võib olla kuni 15% peale 24-tunnist vees ligunemist. Selles töös oli 1p+1r perioodi niisketel keskmistatud katsekehadel see näitaja aga 21,3%, mis on 6,3% rohkem, kui standardis ette antud. Iga katseperioodiga kasvas ka paksusesse pundumine. Sellest tulenevalt võib öelda, et käesolevas töös kasutatud OSB/3 plaat ei vasta standardis ette antule.

Käesolevas peatükis teostatud katsetest selgus, et 1p+1r perioodi piki ja risti plaati lõigatud niiskete katsekehade paksusesse pundumine tõusis koheselt võrreldes tarnekuivaga ligi 21,3% ning 10p+10r perioodi lõpuks oli algse katsekehaga võrreldes pundunud paksusesse 62,1%.

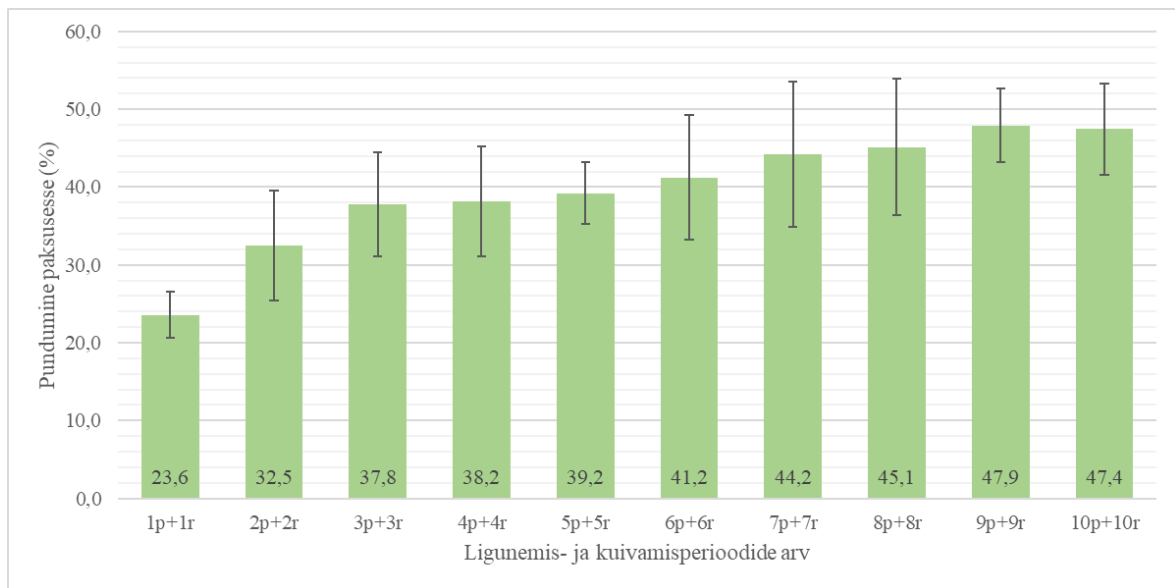
3.3.2. Paksusesse pundumise katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral

Tabelis 26 välja toodud kuivade katsekehade paksusesse pundumise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi punduvad 1p+1r katsekehad võrreldes algsete katsekehadega 23.6% ning mis on 2,2% rohkem kui niisketil katsekehadel.

Tabel 26. 1p+1r – 10p+10r niiskete katsekehade paksusesse pundumise katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1p+1r	23,6	2,7	1,6	6,9	20,7	26,5	9,8
2p+2r	32,5	15,3	3,9	12,0	25,4	39,5	9,9
3p+3r	37,8	13,9	3,7	9,9	31,1	44,5	10,8
4p+4r	38,2	15,4	3,9	10,3	31,1	45,3	10,5
5p+5r	39,2	4,8	2,2	5,6	35,2	43,1	10,3
6p+6r	41,2	19,7	4,4	10,8	33,2	49,2	9,1
7p+7r	44,2	26,9	5,2	11,7	34,8	53,5	10,6
8p+8r	45,1	23,7	4,9	10,8	36,4	53,9	10,6
9p+9r	47,9	6,8	2,6	5,5	43,2	52,6	11,9
10p+10r	47,4	10,4	3,2	6,8	41,6	53,3	11,5

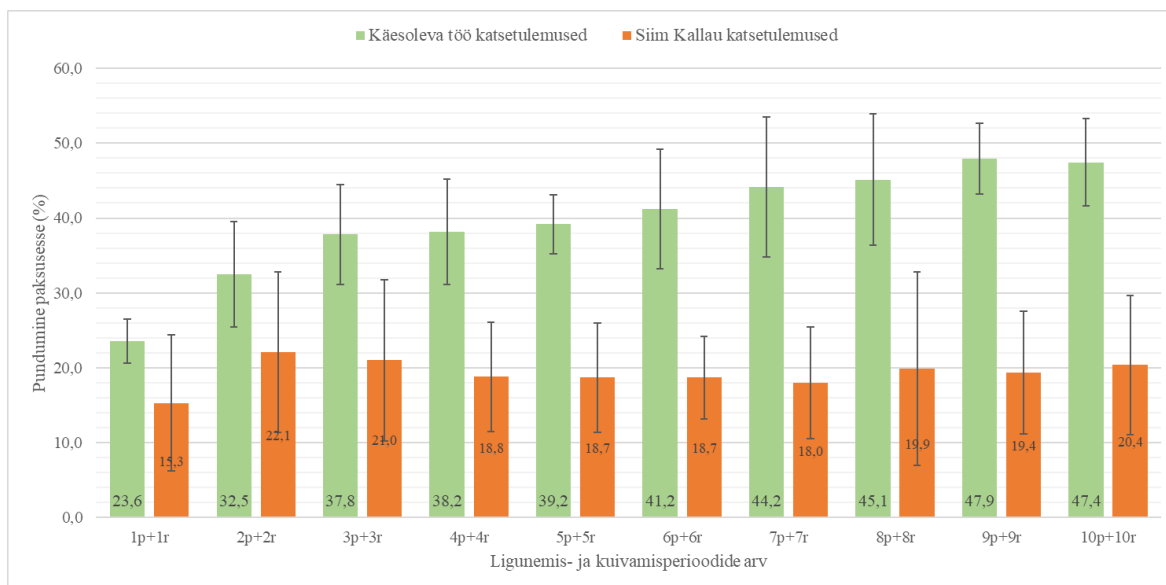
Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 61 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade paksusesse pundumise väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 61. 1p+1r – 10p+10r kuivade katsekehade paksusesse pundumise tulpdiaagramm.

Jooniselt 61 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadi paksenemist märgatavalt mõjutanud. 1p+1r perioodi katsekehade keskmistatud pundumine on 23,6%. Pärast 2p+2r perioodi on katsekehade keskmistatud pundumine tõusnud 32,5% algsete katsekehade paksuse väärtusest. Katsekehade pundumise tulemused on olnud kogu 10 perioodi vältel pidevas tõusus. 10p+10r perioodi lõpuks on katsekehad 47,4% paksemad kui alged katsekehad.

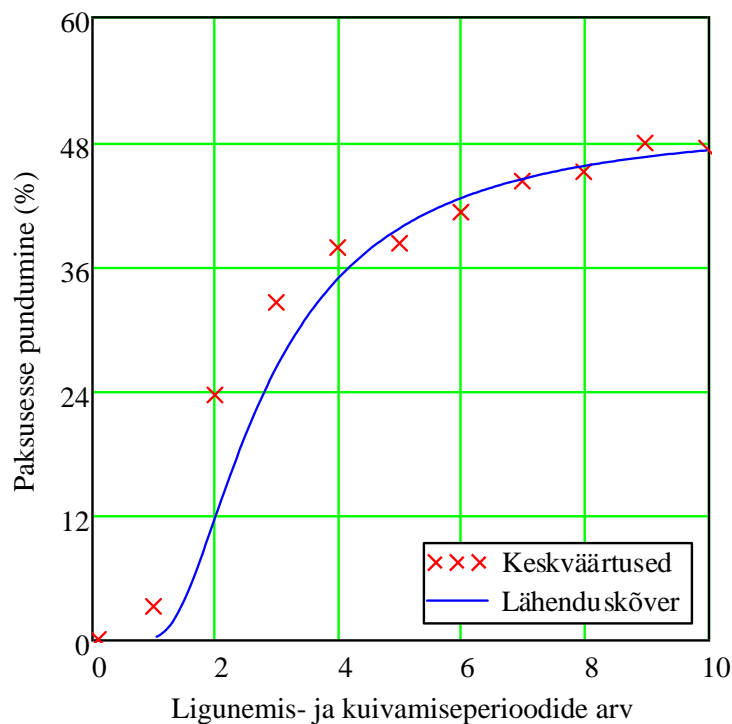
Kuna tootjatele on ette antud rahvusvahelised standardid, millele peavad vastama nende tooted, siis sama kehtib ka OSB plaadi kohta. Standardis EVS–EN 300:2006 (tabel 3) on välja toodud, et 12 mm paksusega OSB/3 plaadi paksusesse pundumine piki ja risti plaati võib olla kuni 15% peale 24-tunnist vees ligunemist. Selles töös oli peale 1p+1r perioodi kuivadel keskmistatud katsekehadel see näitaja aga 23,6%, mis on 8,6% rohkem, kui standardis ette antud. Iga katseperioodiga kasvas ka paksusesse pundumine. Sellest tulenevalt võib öelda, et selles töös kasutatud OSB/3 plaat ei vasta standardis ette antule.



Joonis 62. Katsekehade paksusesse pundumise võrdlus selle töö ja Siim Kallau tehtud magistritöö vahel [1].

Selle magistritöö ja Siim Kallau kirjutatud magistritöö lihtsamaks võrdlemiseks paigutati mõlemast tööst leitud keskmistatud katsekehade paksusesse pundumise väärtused samale diagrammile (joonis 62) [1]. Seda magistritööd ja Siim Kallau magistritööd võrreldes selgus, et kahe erineva tootja OSB/3 plaadidelt lõigatud katsekehad annavad erinevaid tulemusi. Erinevus tuleb sisse kohe 1p+1r perioodi keskmistatud paksusesse pundumise osas. Kui Kallau 1p+1r perioodi keskmistatud katsekehade paksusesse pundumine on 15,3%, siis antud töös on vastav väärtus 23,6%. See näitab, et konditsioneerikapis ühtlase niiskustaseme saavutamiseni hoitud katsekehad on Kallau töös kasutuses oleval OSB/3 plaadil 8,3% väiksema paksenemisega. Peale teist katseperioodi on paksenemise vahe suurenenud. Siim Kallau töös on 2p+2r perioodi keskmistatud katsekehad pundunud 22,1% võrreldes algsete kehade paksusega, selles töös aga 32,5%. Protsentuaalselt on 2p+2r perioodi keskmistatud katsekehade paksusesse pundumise näitaja kasvanud 10,4% selles töös kasutatud OSB/3 plaadi kahjuks. 10p+10r perioodiks jõuab plaatide paksuse erinevus 27% juurde, kui Kallau töös katsekehad on paksusesse pundunud 20,4% ja selles töös 47,4%.

Joonisel 63 on välja toodud 10 perioodi lähenduskõver ja keskmistatud katsekehade paksusesse pundumise väärtused. Valitud logaritmiline funktsioon sobib hästi lähenduskõveraks selles töös leitud katsekehade paksusesse pundumise väärtuste edaspidiseks arvutamiseks.



Joonis 63. 10 perioodi lähenduskõver ning keskmistatud katsekehade paksusesse pundumise väärtused. Tegur – $k = 5,8$ ja parameeter – $\Delta l_f = 50\%$.

Piki ja risti plaati lõigatud kuivade 1p+1r perioodi katsekehade paksusesse pundumine tõusis koheselt võrreldes tarnekuivaga ligi 23,6% ning 10p+10r perioodi lõpuks oli algse katsekehaga võrreldes pundunud paksusesse 47,4%.

Niisketel ja kuivadel katsekehadel oli pärast esimest leotamist järsk tõus paksusesse pundumise väärtuse osas. Kui niisketel katsekehadel oli paksusesse paksenemine 10p+10r perioodi lõpuks 62,1% võrreldes algsete katsekehadega, siis kuivadel kehadel oli see näitaja 14,7% parem ehk 47,4%. Niiskete ja kuivade katsekehade paksused tõusid 1p+1r ja 2p+2r perioodi ajal kiiresti, kuid alates 3p+3r perioodist paksusesse pundumine olid ühtlasem.

Antud töös leitud paksusesse pundumise katsetulemusi võrreldi veel Siim Kallau magistriltööst saadud tulemustega. Paksusesse pundumist võrreldi kuivade katsekehade tulemustega. Selgus, et katsekehade tulemused olid 1p+1r perioodist alates keskmiselt 20,5% kehvemad kui käesolevas töös leitud andmed. 9p+9r perioodi juures 28,5% kehvemad.

Lähenduskõvera jaoks leiti kuivadele katsekehadele oma tegur ja parameeter, mis on toodud välja tabelis 27.

Tabel 27. Kuivadele katsekehadele leitud tegur ja parameeter

Otsitavad väärtused	k	Δl_f (%)
Paksusesse pundumine piki- ja ristisuunas	5,8	50

Leitud tegur ja parameeter sobis lähenduskõverate leidmiseks ning andsid rahuldavaid tulemusi.

3.4. Pikenemise katsetulemuste analüüs

Käesolevas peatükis on välja toodud OSB/3 plaadi pikenemise katsete tulemused nii niiskelt kui ka kuivalt ning nende analüüs. Niiskelt teostati katsed vahetult peale 24-tunnist vees ligunemist. Kuivalt teostati katsed vahetult peale konditsioneerimiskapist võtmist, millele eelnes nii mitmekordne 24-tunnine vees ligunemise ja 48-tunnine kuivatuskapis kuivamise periood, kui kehale oli märgitud.

Kuna OSB plaat võib pikeneda nii piki kui ka risti plaati erinevalt, siis on järgnevalt välja toodud nii piki (niiskelt ja kuivalt) kui ka risti (niiskelt ja kuivalt) plaadi katsetulemused ja nende võrdlus. Niiskete katsekehade katseperioodis oli 12 katsekeha ning iga katsekehaga tehti 1 katse. Kokku tehti 12 katset. Kuivade katsekehade katseperioodis oli 6 katsekeha ning iga katsekehaga tehti 1 katse. Kokku 6 katset. Niiskete katsekehade jaoks valiti ühepoolseks t -väärtuseks $t_n = 1,80$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 12 tükki. Kuivade katsekehade jaoks valiti ühepoolseks t -väärtuseks $t_n = 1,95$ (tabel 6), sest katsekehasid igas perioodis oli 6 tükki. 11p ja 11r perioodi korral on tegu 65% suhtelise õhuniiskuse juures hoitud katsekehade, mis on saavutanud stabiilse niiskustaseme. Lisades 69 – 90 on välja toodud iga katsekeha pikenemine. Lisades 91 – 110 on välja toodud iga katsekeha niiskussisaldus.

3.4.1. Pikenemise katsetulemuste analüüs niiskete katsekehade korral

Tabelis 28 on välja toodud piki plaati lõigatud niiskete katsekehade pikenemise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi pikenevad 1p katsekehad võrreldes algsete katsekehadega 0,19%.

Tabel 28. 1p – 10p niiskete katsekehade pikenemise katsetulemused

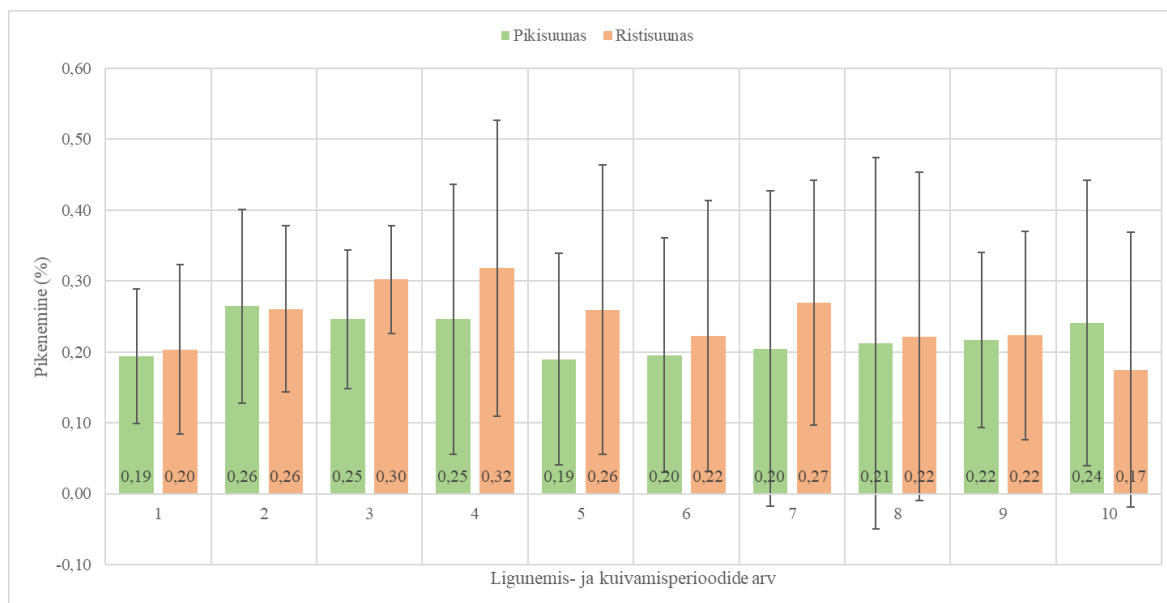
	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1p	0,19	0,003	0,05	27,14	0,10	0,29	44,6
2p	0,26	0,006	0,08	28,67	0,13	0,40	57,8
3p	0,25	0,003	0,05	22,14	0,15	0,34	56,6
4p	0,25	0,011	0,11	42,98	0,06	0,44	71,7
5p	0,19	0,007	0,08	43,77	0,04	0,34	78,1
6p	0,20	0,008	0,09	46,91	0,03	0,36	77,4
7p	0,20	0,015	0,12	60,39	-0,02	0,43	80,8
8p	0,21	0,021	0,15	68,62	-0,05	0,47	81,1
9p	0,22	0,005	0,07	31,58	0,09	0,34	91,4
10p	0,24	0,013	0,11	46,56	0,04	0,44	95,9

Tabelis 29 on välja toodud risti plaati lõigatud niiskete katsekehade pikenemise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi pikenevad 1r katsekehad võrreldes algsete katsekehadega 0,2%.

Tabel 29. 1r – 10r niiskete katsekehade pikenemise katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1r	0,20	0,004	0,07	32,70	0,08	0,32	46,1
2r	0,26	0,004	0,07	25,07	0,14	0,38	61,3
3r	0,30	0,002	0,04	13,99	0,23	0,38	61,0
4r	0,32	0,013	0,12	36,50	0,11	0,53	71,3
5r	0,26	0,013	0,11	43,71	0,06	0,46	78,0
6r	0,22	0,011	0,11	47,81	0,03	0,41	79,7
7r	0,27	0,009	0,10	35,57	0,10	0,44	91,8
8r	0,22	0,017	0,13	58,09	-0,01	0,45	79,9
9r	0,22	0,007	0,08	36,53	0,08	0,37	95,8
10r	0,17	0,012	0,11	61,58	-0,02	0,37	98,8

Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 64 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud niiskete katsekehade pikenemise väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 64. 1 – 10 perioodi niiskete katsekehade pikenemise tulpdiagramm.

Jooniselt 64 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadil piki ja risti suunas lõigatud niiskete katsekehade pikkust vähesel määral mõjutanud. 1 perioodi katsekehade keskmistatud pikenemine on 0,2%. 3 perioodiks on katsekehade keskmistatud pikenemine tõusnud 0,3% algsete katsekehade pikkuse väärtusest. Katsekehade pikenemise tulemused on olnud kogu 10 perioodi vältel tõusude ja mõõnadega, jäädes 0,23% ümbrusesse.

3.4.2. Pikenemise katsetulemuste analüüs kuivade katsekehade korral

Tabelis 30 on välja toodud piki plaati lõigatud kuivade katsekehade pikenemise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi pikenevad 1p katsekehad võrreldes algsete katsekehadega 0,14%.

Tabel 30. 1p – 10p kuivade katsekehade pikenemise katsetulemused

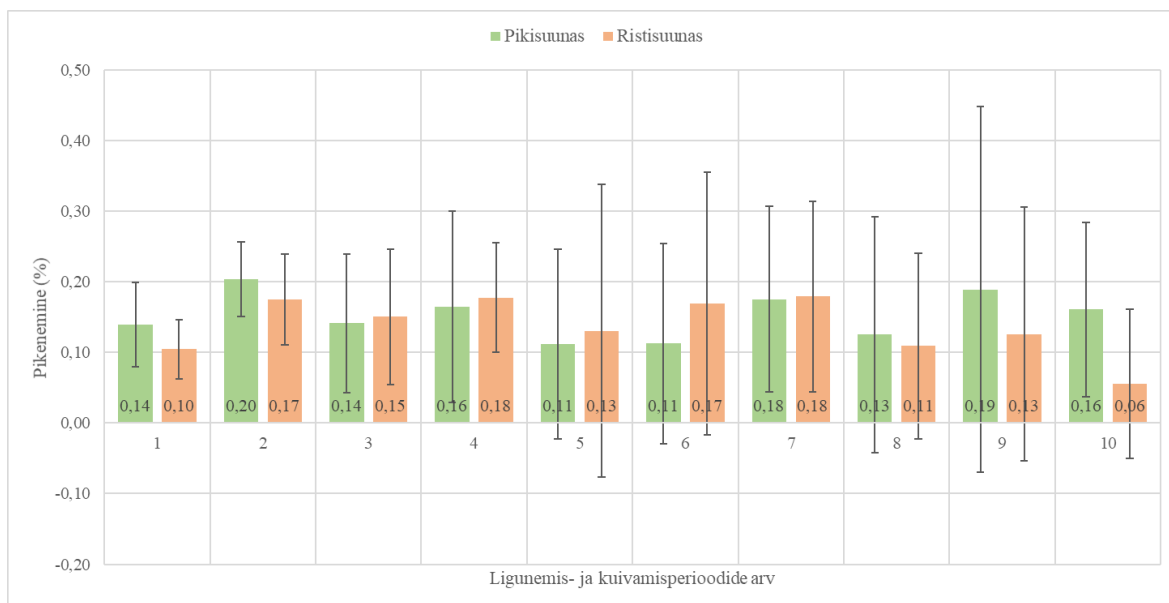
	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1p	0,14	0,001	0,03	19,46	0,09	0,19	9,8
2p	0,20	0,003	0,05	24,84	0,10	0,30	9,9
3p	0,14	0,005	0,07	49,09	0,01	0,28	10,9
4p	0,16	0,005	0,07	41,80	0,03	0,30	10,6
5p	0,11	0,005	0,07	64,90	-0,03	0,25	10,1
6p	0,11	0,005	0,07	59,93	-0,02	0,24	9,3
7p	0,18	0,007	0,09	48,83	0,01	0,34	10,4
8p	0,13	0,018	0,13	105,83	-0,13	0,38	10,7
9p	0,19	0,004	0,06	33,51	0,07	0,31	12,0
10p	0,16	0,004	0,07	41,02	0,03	0,29	11,5

Tabelis 31 on välja toodud risti plaati lõigatud kuivade katsekehade pikenemise katsetulemused, millest võib järeldada, et peale esimest 24-tunnist ligunemisperioodi pikenevad 1r katsekehad võrreldes algsete katsekehadega 0,1%.

Tabel 31. 1r – 10r kuivade katsekehade pikenemise katsetulemused

	Kesk- väärtus \bar{x}_j , %	Disper- sioon $S_{w,j}^2$, %	Standard- hälve $S_{w,j}$, %	Variatsiooni- kordaja V, %	Alumine 5% kvantiil $L_{5\%}^q$, %	Ülemine 5% kvantiil $U_{5\%}^q$, %	Niiskus- sisaldus H, %
1r	0,10	0,001	0,03	31,53	0,04	0,17	9,8
2r	0,17	0,002	0,05	28,14	0,08	0,27	9,9
3r	0,15	0,002	0,04	26,41	0,07	0,23	10,7
4r	0,18	0,011	0,11	59,80	-0,03	0,39	10,4
5r	0,13	0,009	0,10	72,92	-0,06	0,32	10,5
6r	0,17	0,005	0,07	41,13	0,03	0,30	9,0
7r	0,18	0,005	0,07	37,60	0,05	0,31	10,8
8r	0,11	0,008	0,09	84,16	-0,07	0,29	10,5
9r	0,13	0,003	0,05	43,01	0,02	0,23	11,8
10r	0,06	0,008	0,09	163,32	-0,12	0,23	11,5

Järgnevalt on tabelis olevate katsetulemuste põhjal tehtud tulpdiaagramm, et paremini illustreerida tulemuste erinevust. Joonisel 65 on välja toodud piki- ja ristisuunas lõigatud kuivade katsekehade pikenemise väärtused perioodide kaupa ning peale on märgitud ka ülemine ja alumine 5% kvantiil.



Joonis 65. 1 – 10 perioodi kuivade katsekehade pikenemise tulpdiaagramm.

Jooniselt 65 võib välja lugeda, et kümnekordne ligunemis- ja kuivamisperioodide arv on OSB/3 plaadil piki ja risti suunas lõigatud kuivade katsekehade pikkust vähesel määral mõjutanud. 1. perioodi katsekehade keskmistatud pikenemine on 0,12%. 2. perioodiks on katsekehade keskmistatud pikenemine tõusnud 0,19% algsete katsekehade pikkuse väärtusest. Katsekehade pikenemise tulemused on olnud kogu 10 perioodi vältel tõusude ja mõõnadega, jäädes 0,14% ümbrusesse.

Käesolevas peatükis teostatud katsetest selgus, et 1. perioodi piki ja risti plaati lõigatud niiskete katsekehade pikkuse kasv oli 0,19%-0,2% algsete katsekehade võrreldes. Piki plaati lõigatud niisketel katsekehadel 0,19% – 0,26% vahele ja risti plaati lõigatud katsekehadel 0,17% – 0,32% vahele, kui võrrelda tarnekuiva katsekehaga.

KOKKUVÕTE

Selles magistritöös uuriti 12 mm paksuse OSB/3 plaadi paindeelastsusmooduli, paindetugevuse, pinnakõvaduse, paksusesse pundumise ja katsekehade pikenemise muutumist korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu. Euroopa standardeid järgides viidi läbi katsekehade lõikamine, kõik mõõtmised ja katsetused. Seda tööd võrreldi ka Siim Kallau 2014. aastal koostatud magistritööga.

Paindetugevuse katsetulemustest selgus, et ligunemis- ja väljakuivamisperioodide suurenedes vähenesid OSB/3 plaadi paindetugevuse näitajad. Märghel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindetugevus null perioodiga võrreldes 57% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindetugevus 30%. Kümnnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade paindetugevus vähenenud 74% ja ristisuunas lõigatud katsekehade paindetugevus vähenenud 67% võrreldes null perioodiga. Kuivadel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindetugevus üheteistkümnnenda perioodiga võrreldes 37% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindetugevus 29%. Kümnnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade paindetugevus vähenenud 61% ja ristisuunas lõigatud katsekehade paindetugevus vähenenud 56% võrreldes üheteistkümnnenda perioodiga. Seda magistritööd Siim Kallau magistritööga võrreldes selgub, et Kallau risti lõigatud kuivad katsekehad kaotasid 13% vähem paindetugevuse katsetulemusest esimese perioodi lõpuks ja 7% vähem kümnnenda perioodi lõpuks. Piki plaati lõigatud kuivad katsekehad kaotasid 12% vähem paindetugevuse katsetulemusest esimese perioodi lõpuks ning 2% vähem kümnnenda perioodi lõpuks. Kui pikisuunas olid Siim Kallau töös leitud katsetulemused praeguse tööga võrreldes keskmiselt 36% paremad, siis ristisuunas olid selle töö katsetulemused keskmiselt 12% paremad.

Paindeelastsusmooduli katsetulemustest selgus taaskord, et ligunemis- ja väljakuivamisperioodide suurenedes vähenes OSB/3 plaadi paindeelastsusmoodul. Märghel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindeelastsusmoodul null perioodiga võrreldes 38% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindeelastsusmoodul 28%. Kümnnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul vähenenud 59% ja ristisuunas lõigatud katsekehade

paindeelastsusmoodul vähenenud 56% võrreldes null perioodiga. Kuivadel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindeelastsusmoodul üheteistkümnenda perioodiga võrreldes 22% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes paindeelastsusmoodul 25%. Kümnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul vähenenud 51% ja ristisuunas lõigatud katsekehade paindeelastsusmoodul vähenenud 43% võrreldes üheteistkümnenda perioodiga. Taaskord võrreldes Siim Kallau magistritööd ja seda magistritööd, selgub, et tema piki lõigatud kuivad katsekehad kaotasid 4% vähem paindeelastsusmooduli katsetulemusest esimese perioodi lõpuks ja 7% vähem kümnenda perioodi lõpuks. Risti plaati lõigatud kuivad katsekehad kaotasid 7% vähem paindeelastsusmooduli katsetulemusest esimese perioodi lõpuks, kuid 6% rohkem kümnenda perioodi lõpuks. Kui pikisuunas olid Siim Kallau töös leitud katsetulemused praeguse tööga võrreldes keskmiselt 45% paremad, siis ristisuunas olid mõlema töö katsetulemused keskmiselt võrdsed.

Pinnakõvaduse katsetulemustest selgus, et ligunemis- ja väljakuivamisperioodide suurenedes vähenes OSB/3 plaadil märgatavalt mõlemas suunas pinnakõvadus. Märgadel esimese perioodi piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes pinnakõvadus null perioodiga võrreldes 58%. Kümnenda perioodi lõpuks oli piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pinnakõvadus vähenenud 84% võrreldes null perioodiga. Kuivadel esimese perioodi piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehadel vähenes pinnakõvadus üheteistkümnenda perioodiga võrreldes 46%. Kümnenda perioodi lõpuks oli piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pinnakõvadus vähenenud 65% võrreldes üheteistkümnenda perioodiga. Kui märjad piki ja risti plaati lõigatud katsekehad kaotasid kohe peale esimest 24-tunnist ligunemist 58% pinnakõvadusest, siis kuivad kaotasid 12% vähem ehk 46%. Võrreldes Siim Kallau magistritööd ja selle magistritööd, selgub, et tema piki ja risti lõigatud kuivad katsekehad kaotasid 6% vähem pinnakõvaduse katsetulemusest esimese perioodi lõpuks ja 8% vähem kümnenda perioodi lõpuks. Siim Kallau töös leitud piki- ja ristisuunas katsetulemused on praeguse tööga võrreldes keskmiselt 45% paremad.

Paksusesse pundumise katsetulemustest selgus, et ligunemis- ja väljakuivamisperioodide suurenedes suurenes OSB/3 plaadil märgatavalt paksusesse pundumine. Märgadel esimese perioodi piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehadel suurenes paksus null perioodiga võrreldes 21,3%. Kümnenda perioodi lõpuks oli piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade paksus suurenenud 62,1% võrreldes null perioodiga. Kuivadel esimese perioodi piki- ja ristisuunas

lõigatud katsekehadel suurenes paksusesse pundumine üheteistkümnenda perioodiga võrreldes 23,6%. Kümnenda perioodi lõpuks oli piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade paksenemine suurenenud 47,4% võrreldes üheteistkümnenda perioodiga. Kui märjad piki ja risti plaati lõigatud katsekehad paksenesid kohe peale esimest 24-tunnist ligunemist 21,3%, siis kuivad paksenesid 2,3% rohkem ehk 23,6%. Siim Kallau magistritöös leitud kuivade esimese perioodi piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pundumine suurenes võrreldes üheteistkümnenda perioodiga 15,3%. Kümnenda perioodi lõpuks oli piki- ja ristisuunas lõigatud katsekehade pundumine suurenenud 20,4% võrreldes üheteistkümnenda perioodiga. Siim Kallau magistritöö võrdlemisel selle magistritööga, selgub, et tema piki ja risti lõigatud kuivad katsekehad paksenesid 8,3% vähem esimese perioodi lõpuks ja 27% vähem kümnenda perioodi lõpuks. Siim Kallau töös leitud piki- ja ristisuunas katsetulemused on praeguse tööga võrreldes keskmiselt 20,5% paremad.

Katsekehade pikenemise katsetulemustest selgus, et ligunemis- ja väljakuivamisperioodide suurenedes ei muutunud oluliselt OSB/3 plaadi pikenemine. Märgadel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel suurenes pikenemine null perioodiga võrreldes 0,19% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel suurenes pikenemine 0,2%. Kümnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade pikenemine jäänud samale tasemele ehk 0,24% ja ristisuunas lõigatud katsekehade pikenemine oli tagasihoidlikum – 0,17% võrreldes null perioodiga. Kuivadel esimese perioodi pikisuunas lõigatud katsekehadel suurenes pikenemine üheteistkümnenda perioodiga võrreldes 0,14% ja ristisuunas lõigatud katsekehadel suurenes pikenemine 0,1%. Kümnenda perioodi lõpuks oli pikisuunas lõigatud katsekehade pikenemine suurenenud 0,16% ja ristisuunas lõigatud katsekehade pikenemine oli tagasihoidlikum – 0,06% võrreldes üheteistkümnenda perioodiga. Pikenemise puhul ei olnud pidevat tõusu või langust. Märgade katsekehade puhul oli suurim pikenemine 0,32% peale neljandat perioodi ning kuivade katsekehade puhul oli suurim pikenemine 0,2% peale teist perioodi.

Murdlineaarne ja logaritmiline funktsioon andsid mõlemad rahuldavaid tulemusi ning kuni kümnenda katseperioodi põhjal leitud lähenduskõverad aitavad leida arvutuslikul viisil järgnevate seeriade arvatavaid tulemusi.

Kümnekordse ligunemis- ja kuivamisperioodi katsete tulemustest saab järeldada, et kõige suuremat mõju OSB/3 plaadi mehaanilistele ja füüsikalistele omadustele avaldas just

esimene 24-tunnine ligunemine, peale mida langesid märgadel katsekehadel pinnakõvadus, paindetugevus, paindeelastsusmoodul alates 28% kuni 58% alla. Samad näitajad kukkusid kuivadel katsekehadel 22% kuni 46%. Peale esimest perioodi katsekehad iga järgneva perioodiga stabiliseerusid ning tulemused ühtlustusid. Kui võrrelda Siim Kallau magistritööga, kus katsekehade külgmised pinnad ei olnud kaetud hüdroisolatsiooni mastiksiga, siis katsetulemused on üllatavad, kuna jäävad füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute poolest alla. Suurim erinevus tuleb sellest, et Siim Kallau magistritöös kasutati Lätis toodetud KRONOSPAN-i OSB/3 plaati, aga selles töös kasutati Poolas toodetud SWISS KRONO OSB/3 plaate. Katsetulemustest võib järeldada, et kuna igal tootjal on omad väljatöötatud liimireseptid ja laastusuurused, siis sellest tulenevalt on ka plaatide näitajad erinevad. Lõppkokkuvõttes saab järeldada, et kuna OSB plaat on heterogeenne materjal (pealmisel ja alumisel pinnal on laastude vahel siiski avaused ja praod), siis arvatavasti ei anna külgede katmine nii suurt efekti.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Kallau, Siim.** 2014. OSB-plaadi ligunemise ja väljakuivamise tsüklite arvu mõju mehaanilistele ja füüsikalistele omadustele. Magistritöö. Eesti Maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituut. Tartu. 97 lk.
2. **Saarman, E., Veibri, U.** (2006). Puiduteadus. Tartu: Vali Press OÜ. 560 lk.
3. **European Panel Federation koduleht** [veebileht] <http://www.osb-info.org/technical.html> (23.04.2018)
4. **Zerbe, I. J., Cai, Z, Harpole, B. G.** (2015). An Evolutionary History of Oriented Strandboard (OSB). Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 8 lk.
5. **Elmendorf, A.** (1965). Ameerika Ühendriikide patent: US3164511A. [veebileht] https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=US&NR=3164511A&KC=A&FT=D&ND=5&date=19650105&DB=&locale=en_EP# (23.04.2018)
6. **SWISS KRONO koduleht** [veebileht] <https://www.swisskrono.pl/en/mdb/OSB-boards/Product> (23.04.2018)
7. Puitkiud- ja puitlaastplaadid. (2006). Orienteeritud kihtidega plaadid (OSB) – Määratlused, liigitus ja spetsifikaadid: Eesti standard EVS–EN 300:2006. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-300-2006> (23.04.2018)
8. Oriented Strand Board in Wood Frame Construction. (2005). Canada: Structural Board Association. 29 lk.
9. **GRIGGIO koduleht** [veebileht] <http://www.griggio.com/en/products/panel-saws/sc-32/> (23.04.2018)
10. **GEMINI koduleht** [veebileht] <https://www.geminibv.nl/labware/memmert-be500-broedstoof-1/memmert-ue-200-800-ule-400-800-se-200-400-sle-400-800-be-200-800-operating-instructions-eng.pdf/view> (23.04.2018)
11. **MEMMERT koduleht** [veebileht] <https://www.memmert.com/products/climate-chambers/environmental-test-chambers/CTC256/> (23.04.2018)
12. **INSTRON koduleht** [veebileht] <http://www.instron.co.uk/en-gb/products/testing-systems/universal-testing-systems/electromechanical/3300/3360-dual-column> (23.04.2018)
13. **BOSCH koduleht** [veebileht] https://www.bosch-do-it.com/ee/et/isetegemine/toeeriistad/pbd-40-3165140569187-199903.jsp#tab_technical (23.04.2018)

14. **RINNTech** **koduleht** [veebileht] <http://www.rinntech.de/content/view/16/47/lang.english/>
(23.04.2018)
15. **NIKON** **koduleht** [veebileht]
<https://www.nikoninstruments.com/Products/Stereomicroscopes-and-Macroscopes/Stereomicroscopes/SMZ745/Specifications> (23.04.2018)
16. Puitpaneelid üldiselt. (2002). Puitplaadid. Proovivõtt, lõikamine ja kontroll. Osa 1: Proovivõtt, katsekehade lõikamine ja katsetulemuste väljendamine: Eesti standard EVS-EN 326-1:2002. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-326-1-2002>
(23.04.2018)
17. Vineer. (2002). Puitplaadid. Paindeelastsusmooduli ja paindetugevuse määramine: Eesti standard EVS-EN 310:2002. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-310-2002> (23.04.2018)
18. Puitpaneelid üldiselt. (2012). Puitplaadid. Katsekehade mõõtmete määramine: Eesti standard EVS-EN 325:2012. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-325-2012> (23.04.2018)
19. **KIILTO OY** **koduleht** [veebileht] <http://www.kiilto.ee/ee/tooted/fibergum-hidroisolatsioonimastiks-sisetingimustesse/> (23.04.2018)
20. Puit, saepalgid ja saepuit. (2017). Physical and mechanical properties of wood – Test methods for small clear wood specimens – Part 12: Determination of static hardness: rahvusvaheline standard ISO 13061-12:2017. Tallinn: Eesti standardikeskus. [veebileht] <https://www.evs.ee/tooted/iso-13061-12-2017> (23.04.2018)
21. Puitpaneelid üldiselt. (2002). Puitplaadid. Niiskussisalduse määramine: Eesti standard EVS-EN 322:2002. Tallinn: Eesti standardikeskus. <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-322-2002>
(23.04.2018)
22. **Walker, J.C.F.** (2006). Primary Wood Processing: Principles and Practice. Dordrecht: Springer. 596 lk.
23. Puitkiud- ja puitlaastplaadid. (2000). Puitlaastplaadid ja puitkiudplaadid. Pundumise määramine paksuses pärast leotamist: Eesti standard EVS-EN 317:2000. Tallinn: Eesti standardikeskus. <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-317-2000> (23.04.2018)
24. **Jurevitš, N.** (2004). Rakendusstatistika. Tallinn: Ilo. 144 lk.
25. **Virchenko, N.A., Lyashko, I.I., Shvetsov, K.I.** (1979). Käsiraamat: Funktsioonide graafikud. Kyev: Naukova dumka. 320 lk. (vene keeles)

LISAD

Lisa 1. Katseperioodi 0p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-0-1	11,54	50,44	453,17	24,28	3915,83
1-0-2	11,53	50,24	336,70	18,15	3324,32
1-0-3	11,63	50,28	381,30	20,20	3558,45
1-0-7	11,50	50,46	445,83	24,03	4107,30
1-0-8	11,51	50,43	491,10	26,45	5126,50
1-0-9	11,54	50,36	514,82	27,65	4460,83

Lisa 2. Katseperioodi 0r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-0-1	11,62	50,70	280,52	14,76	2297,38
2-0-2	11,63	50,38	255,02	13,46	1969,31
2-0-3	11,61	50,44	259,51	13,75	2339,24
2-0-7	11,61	50,36	273,41	14,51	2456,06
2-0-8	11,61	50,66	264,08	13,92	2140,76
2-0-9	11,59	50,49	280,31	14,87	2286,95

Lisa 3. Katseperioodi 1p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-1-1	11,77	50,51	272,39	14,02	2859,08
1-1-2	11,81	50,46	209,67	10,73	2592,63
1-1-3	11,83	50,49	193,19	9,84	2819,47
1-1-4	11,79	50,52	394,05	20,21	3850,19
1-1-5	11,76	50,51	287,44	14,82	2764,02
1-1-6	11,78	50,52	195,35	10,03	3172,28
1-1-7	11,42	50,58	114,85	6,27	1895,82
1-1-8	11,37	50,36	159,78	8,83	2335,96
1-1-9	11,41	50,44	201,84	11,07	2574,34
1-1-10	11,41	50,47	291,31	15,97	3284,60
1-1-11	11,36	50,51	224,17	12,39	2926,66
1-1-12	11,38	50,46	293,90	16,20	3538,15

Lisa 4. Katseperioodi 1r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-1-1	11,56	50,33	117,54	6,29	1279,64
2-1-2	11,54	50,58	120,01	6,42	1427,51
2-1-3	11,55	50,46	152,35	8,15	1349,75
2-1-4	11,56	50,55	215,79	11,51	1871,37
2-1-5	11,58	50,51	244,69	13,01	2038,75
2-1-6	11,52	50,51	174,29	9,37	1477,84
2-1-7	11,63	50,54	228,44	12,03	1738,83
2-1-8	11,64	50,49	257,42	13,55	2032,80
2-1-9	11,66	50,54	257,85	13,52	1860,95
2-1-10	11,48	50,47	194,60	10,54	1831,34
2-1-11	11,45	50,54	213,70	11,61	1671,01
2-1-12	11,43	50,49	168,76	9,22	1713,48

Lisa 5. Katseperioodi 2p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-2-1	11,86	50,47	197,41	10,01	2469,68
1-2-2	11,93	50,51	210,94	10,57	2667,01
1-2-3	11,91	50,52	110,47	5,55	2049,00
1-2-4	11,89	50,53	381,89	19,25	4181,57
1-2-5	11,90	50,51	381,21	19,18	3527,65
1-2-6	11,92	50,46	357,38	17,94	3298,47
1-2-7	11,44	50,40	107,47	5,87	1976,26
1-2-8	11,45	50,45	122,08	6,64	1916,72
1-2-9	11,45	50,46	113,00	6,15	1850,31
1-2-10	11,49	50,45	237,77	12,86	3114,34
1-2-11	11,50	50,52	249,14	13,43	3114,80
1-2-12	11,48	50,41	330,06	17,87	3246,79

Lisa 6. Katseperioodi 2r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-2-1	11,52	50,57	111,58	5,99	1435,35
2-2-2	11,54	50,48	73,59	3,94	1028,09
2-2-3	11,55	50,53	100,55	5,37	981,56
2-2-4	11,52	50,52	172,27	9,26	1613,70
2-2-5	11,54	50,58	125,31	6,70	1747,14
2-2-6	11,47	50,52	117,94	6,39	1279,82
2-2-7	11,60	50,52	92,80	4,92	1296,58
2-2-8	11,60	50,49	130,88	6,93	1140,89
2-2-9	11,60	50,45	146,95	7,80	1690,54
2-2-10	11,62	50,50	217,62	11,49	2123,26
2-2-11	11,58	50,46	239,68	12,76	2045,22
2-2-12	11,59	50,45	200,85	10,68	1637,92

Lisa 7. Katseperioodi 3p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-3-1	11,89	50,42	182,39	9,21	2175,79
1-3-2	11,95	50,51	224,55	11,20	3177,02
1-3-3	11,96	50,56	228,46	11,38	2604,49
1-3-4	11,93	50,50	373,51	18,72	3813,20
1-3-5	11,92	50,52	382,78	19,19	3689,36
1-3-6	11,86	50,53	300,56	15,21	3348,04
1-3-7	11,51	50,45	151,52	8,16	2170,10
1-3-8	11,54	50,37	164,57	8,84	1992,03
1-3-9	11,53	50,46	175,12	9,40	2639,28
1-3-10	11,59	50,53	331,43	17,58	3734,64
1-3-11	11,60	50,47	257,82	13,68	2913,74
1-3-12	11,68	50,52	286,13	14,94	3233,91

Lisa 8. Katseperioodi 3r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-3-1	11,43	50,59	88,21	4,80	932,99
2-3-2	11,49	50,54	72,29	3,90	1045,37
2-3-3	11,49	50,57	93,07	5,02	1242,05
2-3-4	11,47	50,49	131,52	7,13	1388,66
2-3-5	11,47	50,61	204,21	11,05	1913,27
2-3-6	11,51	50,68	158,51	8,50	1478,55
2-3-7	11,57	50,55	70,49	3,75	889,63
2-3-8	11,59	50,52	76,16	4,04	1155,27
2-3-9	11,60	50,49	126,42	6,70	1445,27
2-3-10	11,63	50,58	333,62	17,55	2511,00
2-3-11	11,57	50,55	201,83	10,75	1882,64
2-3-12	11,59	50,51	189,16	10,03	2162,99

Lisa 9. Katseperioodi 4p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-4-1	11,53	50,48	97,65	5,24	2218,19
1-4-2	11,53	50,32	75,43	4,06	1431,61
1-4-3	11,59	50,16	117,95	6,30	1521,40
1-4-4	11,54	50,06	185,12	9,99	2380,35
1-4-5	11,55	50,06	227,51	12,26	2421,41
1-4-6	11,73	50,37	248,17	12,89	3356,85
1-4-7	11,54	50,46	146,16	7,83	2335,93
1-4-8	11,50	50,39	154,68	8,36	2183,18
1-4-9	11,50	50,31	146,22	7,91	1964,32
1-4-10	11,48	50,24	179,50	9,75	2450,90
1-4-11	11,47	50,12	221,79	12,11	3272,50
1-4-12	11,41	50,48	176,03	9,65	2192,69

Lisa 10. Katseperioodi 4r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-4-1	11,62	50,37	86,51	4,58	1002,10
2-4-2	11,64	50,17	41,26	2,18	699,05
2-4-3	11,64	50,61	103,85	5,45	1447,81
2-4-4	11,64	50,41	167,28	8,81	1680,25
2-4-5	11,67	50,35	163,25	8,57	1612,83
2-4-6	11,61	50,43	230,40	12,2	1933,49
2-4-7	11,55	50,48	78,92	4,22	915,46
2-4-8	11,55	50,62	124,12	6,62	1300,73
2-4-9	11,56	50,48	111,91	5,98	1293,13
2-4-10	11,52	50,46	220,58	11,86	1881,12
2-4-11	11,55	50,66	189,28	10,08	1760,11
2-4-12	11,56	50,50	190,37	10,15	1538,18

Lisa 11. Katseperioodi 5p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-5-1	11,78	50,59	168,62	8,65	2339,37
1-5-2	11,81	50,46	193,80	9,91	2345,50
1-5-3	11,73	50,09	104,64	5,46	1654,39
1-5-4	11,77	50,53	183,33	9,42	2124,34
1-5-5	11,78	50,45	208,87	10,74	2391,38
1-5-6	11,79	50,45	149,59	7,68	2014,36
1-5-7	11,38	50,63	94,19	5,17	1736,64
1-5-8	11,41	50,46	107,92	5,91	2144,40
1-5-9	11,39	50,50	130,12	7,15	2315,69
1-5-10	11,37	50,43	254,41	14,04	3648,13
1-5-11	11,41	50,48	232,18	12,72	2674,14
1-5-12	11,39	50,40	284,70	15,67	3151,45

Lisa 12. Katseperioodi 5r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-5-1	11,56	50,54	86,56	4,61	1308,19
2-5-2	11,62	50,62	114,73	6,05	1415,05
2-5-3	11,59	50,56	64,90	3,44	935,73
2-5-4	11,60	50,58	189,42	10,02	1682,08
2-5-5	11,57	50,58	137,64	7,32	1370,11
2-5-6	11,56	50,58	179,41	9,55	1798,10
2-5-7	11,55	50,48	107,12	5,73	1574,50
2-5-8	11,53	50,61	116,16	6,21	1377,66
2-5-9	11,55	50,53	88,08	4,70	935,16
2-5-10	11,52	50,57	104,87	5,62	1273,70
2-5-11	11,51	50,51	128,40	6,91	1357,38
2-5-12	11,54	50,62	161,50	8,62	1440,43

Lisa 13. Katseperioodi 6p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-6-1	11,80	50,49	100,87	5,16	1970,58
1-6-2	11,83	50,47	96,65	4,93	1366,88
1-6-3	11,80	50,52	147,61	7,56	2064,92
1-6-4	11,82	50,53	214,06	10,92	2125,04
1-6-5	11,82	50,49	190,01	9,71	2407,13
1-6-6	11,85	50,51	226,26	11,49	2554,62
1-6-7	11,45	50,43	105,59	5,75	1711,33
1-6-8	11,45	50,47	82,69	4,50	1955,52
1-6-9	11,47	50,43	91,51	4,97	2188,26
1-6-10	11,49	50,43	182,82	9,89	2162,15
1-6-11	11,53	50,44	226,57	12,16	2820,84
1-6-12	11,53	50,42	211,71	11,37	1997,01

Lisa 14. Katseperioodi 6r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-6-1	11,57	50,41	91,08	4,86	1146,10
2-6-2	11,55	50,35	85,40	4,58	921,58
2-6-3	11,55	50,61	101,18	5,39	1172,40
2-6-4	11,53	50,54	160,78	8,61	1614,99
2-6-5	11,55	50,56	186,36	9,95	1600,67
2-6-6	11,49	50,53	127,87	6,90	1371,84
2-6-7	11,52	50,51	46,15	2,48	897,88
2-6-8	11,53	50,52	104,43	5,60	965,93
2-6-9	11,53	50,51	77,34	4,14	971,68
2-6-10	11,56	50,51	212,99	11,36	1955,77
2-6-11	11,52	50,58	170,86	9,17	1854,80
2-6-12	11,53	50,54	144,54	7,75	1562,83

Lisa 15. Katseperioodi 7p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-7-1	11,81	50,52	140,93	7,20	2515,84
1-7-2	11,92	50,51	122,70	6,16	1824,21
1-7-3	11,90	50,46	138,37	6,98	2041,34
1-7-4	11,90	50,56	183,63	9,24	2092,99
1-7-5	11,86	50,50	225,09	11,41	2810,83
1-7-6	11,85	50,55	205,14	10,40	1926,27
1-7-7	11,54	50,42	92,50	4,96	1775,02
1-7-8	11,52	50,44	114,98	6,18	1942,18
1-7-9	11,57	50,41	136,48	7,28	2306,67
1-7-10	11,55	50,46	174,99	9,36	3247,83
1-7-11	11,60	50,50	289,93	15,37	2829,93
1-7-12	11,60	50,44	240,47	12,75	2695,49

Lisa 16. Katseperioodi 7r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-7-1	11,46	50,55	47,24	2,56	733,59
2-7-2	11,53	50,54	66,78	3,58	858,24
2-7-3	11,50	50,53	45,87	2,47	756,10
2-7-4	11,51	50,50	73,67	3,96	919,01
2-7-5	11,53	50,62	122,25	6,55	963,14
2-7-6	11,52	50,48	86,21	4,64	1386,77
2-7-7	11,56	50,57	60,41	3,22	847,36
2-7-8	11,55	50,56	81,96	4,38	938,97
2-7-9	11,50	50,58	72,45	3,90	1286,44
2-7-10	11,50	50,49	163,55	8,83	1350,53
2-7-11	11,53	50,51	205,50	11,03	1738,43
2-7-12	11,48	50,49	124,04	6,72	1809,60

Lisa 17. Katseperioodi 8p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-8-1	11,61	50,40	134,39	7,12	2227,17
1-8-2	11,61	50,41	83,00	4,40	1062,41
1-8-3	11,59	50,25	131,55	7,01	1637,09
1-8-4	11,55	50,22	160,29	8,61	2437,46
1-8-5	11,50	50,21	131,02	7,11	1440,18
1-8-6	11,64	50,51	156,34	8,22	2118,22
1-8-7	11,52	50,34	136,93	7,38	2020,79
1-8-8	11,51	50,23	155,70	8,42	1912,24
1-8-9	11,47	50,16	124,90	6,81	1755,58
1-8-10	11,44	50,22	165,53	9,07	2240,09
1-8-11	11,42	50,17	223,33	12,28	2209,30
1-8-12	11,59	50,58	161,49	8,56	2765,32

Lisa 18. Katseperioodi 8r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-8-1	11,64	50,63	97,85	5,14	1082,05
2-8-2	11,65	50,40	89,97	4,73	813,10
2-8-3	11,65	50,47	78,22	4,11	980,50
2-8-4	11,65	50,60	139,74	7,32	1141,04
2-8-5	11,70	50,56	233,39	12,13	2430,45
2-8-6	11,64	50,50	209,61	11,02	1598,64
2-8-7	11,55	50,34	96,19	5,15	1201,38
2-8-8	11,55	50,52	92,19	4,92	1079,24
2-8-9	11,52	50,48	81,15	4,36	983,62
2-8-10	11,52	50,46	106,75	5,74	1145,03
2-8-11	11,50	50,48	136,47	7,36	1133,50
2-8-12	11,50	50,50	142,51	7,68	1173,36

Lisa 19. Katseperioodi 9p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-9-1	11,70	50,54	75,61	3,93	1307,21
1-9-2	11,71	50,50	93,65	4,87	1633,80
1-9-3	11,70	50,48	143,74	7,49	1571,07
1-9-4	11,70	50,36	189,46	9,89	2286,00
1-9-5	11,73	50,53	92,78	4,80	1711,77
1-9-6	11,71	50,48	192,74	10,03	2343,67
1-9-7	11,59	50,47	89,61	4,76	1713,63
1-9-8	11,55	50,44	95,24	5,09	1611,86
1-9-9	11,59	50,51	101,80	5,41	1385,95
1-9-10	11,57	50,45	211,55	11,28	2842,21
1-9-11	11,55	50,51	183,38	9,80	2162,62
1-9-12	11,54	50,47	180,02	9,65	2244,66

Lisa 20. Katseperioodi 9r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-9-1	11,59	50,52	106,82	5,67	1230,02
2-9-2	11,63	50,53	76,25	4,02	978,92
2-9-3	11,62	50,55	99,68	5,26	1039,19
2-9-4	11,59	50,55	156,33	8,29	1484,69
2-9-5	11,58	50,67	169,16	8,97	1650,42
2-9-6	11,62	50,53	153,00	8,08	1421,62
2-9-7	11,53	50,44	98,71	5,30	1048,23
2-9-8	11,54	50,51	89,32	4,78	966,54
2-9-9	11,51	50,55	57,16	3,07	792,34
2-9-10	11,49	50,5	126,62	6,84	1410,89
2-9-11	11,49	50,51	143,72	7,76	1280,29
2-9-12	11,52	50,50	91,30	4,90	1125,13

Lisa 21. Katseperioodi 10p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-10-1	11,72	50,43	85,48	4,45	1642,93
1-10-2	11,81	50,50	128,71	6,58	1478,09
1-10-3	11,73	50,48	141,86	7,35	1830,42
1-10-4	11,78	50,52	174,39	8,95	1967,99
1-10-5	11,76	50,57	205,33	10,57	2123,77
1-10-6	11,80	50,45	174,82	8,95	2030,35
1-10-7	11,53	50,42	86,45	4,64	1469,01
1-10-8	11,54	50,44	121,69	6,52	1749,17
1-10-9	11,50	50,44	128,30	6,92	1784,02
1-10-10	11,48	50,42	179,19	9,71	2316,89
1-10-11	11,48	50,46	204,80	11,08	2332,05
1-10-12	11,47	50,39	106,77	5,80	1545,76

Lisa 22. Katseperioodi 10r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-10-1	11,57	50,54	94,13	5,01	949,09
2-10-2	11,60	50,57	89,12	4,71	1127,80
2-10-3	11,59	50,50	112,26	5,96	1078,10
2-10-4	11,57	50,54	126,83	6,75	1135,95
2-10-5	11,63	50,58	126,45	6,66	1290,95
2-10-6	11,53	50,52	176,75	9,47	1750,18
2-10-7	11,51	50,53	57,32	3,08	837,89
2-10-8	11,53	50,47	102,06	5,48	1024,86
2-10-9	11,47	50,51	70,76	3,83	856,90
2-10-10	11,50	50,50	100,90	5,44	1286,63
2-10-11	11,48	50,49	136,07	7,36	1426,48
2-10-12	11,44	50,48	89,21	4,86	1127,45

Lisa 23. Katseperioodi 11p paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
1-11-1	11,76	50,48	537,74	27,74	4657,98
1-11-2	11,76	50,53	447,58	23,08	4575,73
1-11-3	11,76	50,51	470,60	24,25	3765,02
1-11-7	11,45	50,46	513,54	27,97	4334,68
1-11-8	11,41	50,48	361,71	19,80	3799,05
1-11-9	11,41	50,50	338,97	18,57	3819,87

Lisa 24. Katseperioodi 11r paindetugevuse ja -elastsusmooduli katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha kõrgus	Katsekeha laius	Suurima paindekoormus	Paindetugevus	Paindeelastsusmoodul
	mm	mm	N	N/mm ²	N/mm ²
2-11-1	11,52	50,55	329,59	17,68	2532,07
2-11-2	11,56	50,55	269,78	14,37	2381,92
2-11-3	11,54	50,52	358,33	19,18	2604,85
2-11-7	11,51	50,46	268,34	14,44	2035,11
2-11-8	11,45	50,45	296,93	16,18	2561,53
2-11-9	11,47	50,55	191,13	10,34	2018,06

Lisa 25. Katseperioodi 0p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-0-1	1	3528,3	35,3
1-0-1	2	2596,5	26,0
1-0-2	1	4135,6	41,4
1-0-2	2	3540,1	35,4
1-0-3	1	3772,3	37,7
1-0-3	2	3272,3	32,7
1-0-7	1	2766,1	27,7
1-0-7	2	3387,5	33,9
1-0-8	1	4606,3	46,1
1-0-8	2	3793,0	37,9
1-0-9	1	5274,4	52,7
1-0-9	2	4490,6	44,9

Lisa 26. Katseperioodi 0r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-0-1	1	2955,3	29,6
2-0-1	2	2303,3	23,0
2-0-2	1	3122,8	31,2
2-0-2	2	3298,8	33,0
2-0-3	1	2836,7	28,4
2-0-3	2	3185,7	31,9
2-0-7	1	3969,2	39,7
2-0-7	2	3515,9	35,2
2-0-8	1	3906,9	39,1
2-0-8	2	4166,1	41,7
2-0-9	1	3932,2	39,3
2-0-9	2	4009,1	40,1

Lisa 27. Katseperioodi 1p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-1-1	1	2627,7	26,3
1-1-1	2	1070,3	10,7
1-1-2	1	1489,7	14,9
1-1-2	2	1009,4	10,1
1-1-3	1	1289,4	12,9
1-1-3	2	1531,8	15,3
1-1-4	1	1689,8	16,9
1-1-4	2	2030,9	20,3
1-1-5	1	1528,5	15,3
1-1-5	2	1498,1	15,0
1-1-6	1	1914,9	19,1
1-1-6	2	1435,5	14,4
1-1-7	1	1114,4	11,1
1-1-7	2	1311,1	13,1
1-1-8	1	1205,7	12,1
1-1-8	2	1601,0	16,0
1-1-9	1	1137,8	11,4
1-1-9	2	1592,2	15,9
1-1-10	1	1753,6	17,5
1-1-10	2	1023,6	10,2
1-1-11	1	1426,4	14,3
1-1-11	2	1028,1	10,3
1-1-12	1	2002,3	20,0
1-1-12	2	1985,0	19,9

Lisa 28. Katseperioodi 1r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-1-1	1	2069,0	20,7
2-1-1	2	1250,1	12,5
2-1-2	1	1294,4	12,9
2-1-2	2	1167,9	11,7
2-1-3	1	1270,0	12,7
2-1-3	2	1312,0	13,1
2-1-4	1	2370,7	23,7
2-1-4	2	1466,5	14,7
2-1-5	1	1562,2	15,6
2-1-5	2	1657,2	16,6
2-1-6	1	2071,9	20,7
2-1-6	2	1625,3	16,3
2-1-7	1	1795,3	18,0
2-1-7	2	2567,9	25,7
2-1-8	1	1558,3	15,6
2-1-8	2	1803,9	18,0
2-1-9	1	1635,4	16,4
2-1-9	2	1980,5	19,8
2-1-10	1	1456,3	14,6
2-1-10	2	1073,3	10,7
2-1-11	1	2175,2	21,8
2-1-11	2	1733,6	17,3
2-1-12	1	1121,4	11,2
2-1-12	2	1293,7	12,9

Lisa 29. Katseperioodi 2p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-2-1	1	891,7	8,9
1-2-1	2	942,2	9,4
1-2-2	1	1045,4	10,5
1-2-2	2	1647,0	16,5
1-2-3	1	819,2	8,2
1-2-3	2	1363,8	13,6
1-2-4	1	1746,1	17,5
1-2-4	2	1187,4	11,9
1-2-5	1	1400,2	14,0
1-2-5	2	1531,7	15,3
1-2-6	1	1847,4	18,5
1-2-6	2	1390,8	13,9
1-2-7	1	664,1	6,6
1-2-7	2	881,6	8,8
1-2-8	1	955,6	9,6
1-2-8	2	845,0	8,5
1-2-9	1	752,4	7,5
1-2-9	2	952,6	9,5
1-2-10	1	981,3	9,8
1-2-10	2	1904,1	19,0
1-2-11	1	1245,5	12,5
1-2-11	2	1926,5	19,3
1-2-12	1	1326,2	13,3
1-2-12	2	1915,9	19,2

Lisa 30. Katseperioodi 2r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-2-1	1	1269,0	12,7
2-2-1	2	841,8	8,4
2-2-2	1	743,2	7,4
2-2-2	2	818,0	8,2
2-2-3	1	841,3	8,4
2-2-3	2	816,7	8,2
2-2-4	1	1742,9	17,4
2-2-4	2	1718,9	17,2
2-2-5	1	1858,7	18,6
2-2-5	2	2105,4	21,1
2-2-6	1	1032,9	10,3
2-2-6	2	1192,1	11,9
2-2-7	1	1121,7	11,2
2-2-7	2	1200,4	12,0
2-2-8	1	914,9	9,1
2-2-8	2	672,2	6,7
2-2-9	1	1288,0	12,9
2-2-9	2	714,9	7,1
2-2-10	1	1192,4	11,9
2-2-10	2	1719,3	17,2
2-2-11	1	1631,5	16,3
2-2-11	2	2189,4	21,9
2-2-12	1	967,8	9,7
2-2-12	2	1324,4	13,2

Lisa 31. Katseperioodi 3p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-3-1	1	1001,7	10,0
1-3-1	2	862,8	8,6
1-3-2	1	1007,3	10,1
1-3-2	2	1052,9	10,5
1-3-3	1	1227,5	12,3
1-3-3	2	1280,0	12,8
1-3-4	1	1339,1	13,4
1-3-4	2	2180,5	21,8
1-3-5	1	1484,6	14,8
1-3-5	2	1659,8	16,6
1-3-6	1	1611,1	16,1
1-3-6	2	1451,5	14,5
1-3-7	1	1029,4	10,3
1-3-7	2	1175,6	11,8
1-3-8	1	1062,6	10,6
1-3-8	2	679,6	6,8
1-3-9	1	905,0	9,0
1-3-9	2	854,8	8,5
1-3-10	1	1327,9	13,3
1-3-10	2	1600,9	16,0
1-3-11	1	1122,2	11,2
1-3-11	2	1596,9	16,0
1-3-12	1	1304,3	13,0
1-3-12	2	985,7	9,9

Lisa 32. Katseperioodi 3r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-3-1	1	747,1	7,5
2-3-1	2	589,7	5,9
2-3-2	1	713,6	7,1
2-3-2	2	756,1	7,6
2-3-3	1	784,2	7,8
2-3-3	2	689,2	6,9
2-3-4	1	1131,3	11,3
2-3-4	2	1015,5	10,2
2-3-5	1	1168,9	11,7
2-3-5	2	1586,8	15,9
2-3-6	1	1622,6	16,2
2-3-6	2	1431,3	14,3
2-3-7	1	731,9	7,3
2-3-7	2	904,2	9,0
2-3-8	1	690,8	6,9
2-3-8	2	929,9	9,3
2-3-9	1	616,2	6,2
2-3-9	2	720,3	7,2
2-3-10	1	1134,0	11,3
2-3-10	2	1434,2	14,3
2-3-11	1	1101,6	11,0
2-3-11	2	1655,7	16,6
2-3-12	1	1406,6	14,1
2-3-12	2	1225,5	12,3

Lisa 33. Katseperioodi 4p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-4-1	1	662,9	6,6
1-4-1	2	446,8	4,5
1-4-2	1	702,4	7,0
1-4-2	2	462,0	4,6
1-4-3	1	874,5	8,7
1-4-3	2	478,7	4,8
1-4-4	1	1360,8	13,6
1-4-4	2	1440,0	14,4
1-4-5	1	1362,5	13,6
1-4-5	2	1767,5	17,7
1-4-6	1	1219,1	12,2
1-4-6	2	1324,3	13,2
1-4-7	1	541,8	5,4
1-4-7	2	898,0	9,0
1-4-8	1	956,4	9,6
1-4-8	2	658,1	6,6
1-4-9	1	438,2	4,4
1-4-9	2	636,7	6,4
1-4-10	1	1249,9	12,5
1-4-10	2	1472,9	14,7
1-4-11	1	1134,3	11,3
1-4-11	2	1042,0	10,4
1-4-12	1	1006,8	10,1
1-4-12	2	1448,8	14,5

Lisa 34. Katseperioodi 4r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-4-1	1	688,3	6,9
2-4-1	2	797,1	8,0
2-4-2	1	970,6	9,7
2-4-2	2	655,7	6,6
2-4-3	1	674,0	6,7
2-4-3	2	995,8	10,0
2-4-4	1	982,4	9,8
2-4-4	2	1527,0	15,3
2-4-5	1	1390,9	13,9
2-4-5	2	1495,5	15,0
2-4-6	1	920,1	9,2
2-4-6	2	1468,9	14,7
2-4-7	1	839,7	8,4
2-4-7	2	786,5	7,9
2-4-8	1	645,8	6,5
2-4-8	2	666,4	6,7
2-4-9	1	729,8	7,3
2-4-9	2	817,8	8,2
2-4-10	1	1045,6	10,5
2-4-10	2	1299,0	13,0
2-4-11	1	1286,0	12,9
2-4-11	2	1067,3	10,7
2-4-12	1	1100,1	11,0
2-4-12	2	1096,6	11,0

Lisa 35. Katseperioodi 5p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-5-1	1	897,9	9,0
1-5-1	2	908,8	9,1
1-5-2	1	620,6	6,2
1-5-2	2	905,1	9,1
1-5-3	1	550,1	5,5
1-5-3	2	697,1	7,0
1-5-4	1	1135,5	11,4
1-5-4	2	1145,8	11,5
1-5-5	1	1123,5	11,2
1-5-5	2	1020,5	10,2
1-5-6	1	980,1	9,8
1-5-6	2	1455,7	14,6
1-5-7	1	625,4	6,3
1-5-7	2	731,9	7,3
1-5-8	1	579,6	5,8
1-5-8	2	499,3	5,0
1-5-9	1	482,1	4,8
1-5-9	2	701,4	7,0
1-5-10	1	901,4	9,0
1-5-10	2	976,6	9,8
1-5-11	1	886,9	8,9
1-5-11	2	1066,5	10,7
1-5-12	1	1260,1	12,6
1-5-12	2	955,2	9,6

Lisa 36. Katseperioodi 5r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-5-1	1	544,0	5,4
2-5-1	2	795,1	8,0
2-5-2	1	676,8	6,8
2-5-2	2	619,2	6,2
2-5-3	1	828,1	8,3
2-5-3	2	582,9	5,8
2-5-4	1	1279,7	12,8
2-5-4	2	1103,8	11,0
2-5-5	1	951,1	9,5
2-5-5	2	1055,5	10,6
2-5-6	1	1434,1	14,3
2-5-6	2	1487,9	14,9
2-5-7	1	720,9	7,2
2-5-7	2	413,1	4,1
2-5-8	1	739,2	7,4
2-5-8	2	804,6	8,0
2-5-9	1	777,4	7,8
2-5-9	2	933,1	9,3
2-5-10	1	1469,0	14,7
2-5-10	2	1291,0	12,9
2-5-11	1	1014,9	10,1
2-5-11	2	974,7	9,7
2-5-12	1	1114,1	11,1
2-5-12	2	895,6	9,0

Lisa 37. Katseperioodi 6p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-6-1	1	690,1	6,9
1-6-1	2	660,9	6,6
1-6-2	1	616,5	6,2
1-6-2	2	766,0	7,7
1-6-3	1	687,8	6,9
1-6-3	2	901,0	9,0
1-6-4	1	1017,5	10,2
1-6-4	2	1232,5	12,3
1-6-5	1	1235,8	12,4
1-6-5	2	1121,1	11,2
1-6-6	1	1325,7	13,3
1-6-6	2	1496,7	15,0
1-6-7	1	702,3	7,0
1-6-7	2	659,1	6,6
1-6-8	1	530,3	5,3
1-6-8	2	697,7	7,0
1-6-9	1	537,2	5,4
1-6-9	2	735,1	7,4
1-6-10	1	962,5	9,6
1-6-10	2	1085,4	10,9
1-6-11	1	1243,7	12,4
1-6-11	2	1325,1	13,3
1-6-12	1	1282,4	12,8
1-6-12	2	937,4	9,4

Lisa 38. Katseperioodi 6r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-6-1	1	588,6	5,9
2-6-1	2	647,7	6,5
2-6-2	1	520,2	5,2
2-6-2	2	506,0	5,1
2-6-3	1	579,4	5,8
2-6-3	2	473,2	4,7
2-6-4	1	1072,7	10,7
2-6-4	2	1301,9	13,0
2-6-5	1	818,5	8,2
2-6-5	2	1597,5	16,0
2-6-6	1	781,7	7,8
2-6-6	2	1034,8	10,3
2-6-7	1	669,1	6,7
2-6-7	2	710,4	7,1
2-6-8	1	616,6	6,2
2-6-8	2	525,2	5,3
2-6-9	1	606,5	6,1
2-6-9	2	891,7	8,9
2-6-10	1	857,8	8,6
2-6-10	2	1217,4	12,2
2-6-11	1	1040,7	10,4
2-6-11	2	1567,7	15,7
2-6-12	1	1049,0	10,5
2-6-12	2	1447,8	14,5

Lisa 39. Katseperioodi 7p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-7-1	1	702,1	7,0
1-7-1	2	828,7	8,3
1-7-2	1	615,0	6,1
1-7-2	2	647,8	6,5
1-7-3	1	706,6	7,1
1-7-3	2	616,1	6,2
1-7-4	1	1410,2	14,1
1-7-4	2	1221,8	12,2
1-7-5	1	1111,2	11,1
1-7-5	2	1050,2	10,5
1-7-6	1	1121,7	11,2
1-7-6	2	1038,1	10,4
1-7-7	1	564,3	5,6
1-7-7	2	590,0	5,9
1-7-8	1	533,8	5,3
1-7-8	2	652,0	6,5
1-7-9	1	704,3	7,0
1-7-9	2	541,1	5,4
1-7-10	1	1282,7	12,8
1-7-10	2	882,0	8,8
1-7-11	1	1241,6	12,4
1-7-11	2	1082,6	10,8
1-7-12	1	1368,5	13,7
1-7-12	2	1697,7	17,0

Lisa 40. Katseperioodi 7r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-7-1	1	602,1	6,0
2-7-1	2	552,0	5,5
2-7-2	1	514,0	5,1
2-7-2	2	414,0	4,1
2-7-3	1	516,1	5,2
2-7-3	2	674,7	6,7
2-7-4	1	833,5	8,3
2-7-4	2	880,1	8,8
2-7-5	1	701,1	7,0
2-7-5	2	617,7	6,2
2-7-6	1	1064,0	10,6
2-7-6	2	1031,8	10,3
2-7-7	1	504,3	5,0
2-7-7	2	468,0	4,7
2-7-8	1	551,6	5,5
2-7-8	2	780,8	7,8
2-7-9	1	665,8	6,7
2-7-9	2	584,9	5,8
2-7-10	1	1108,0	11,1
2-7-10	2	1067,5	10,7
2-7-11	1	1204,6	12,0
2-7-11	2	972,9	9,7
2-7-12	1	857,4	8,6
2-7-12	2	1109,4	11,1

Lisa 41. Katseperioodi 8p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-8-1	1	487,7	4,9
1-8-1	2	489,5	4,9
1-8-2	1	625,9	6,3
1-8-2	2	397,1	4,0
1-8-3	1	595,0	6,0
1-8-3	2	455,8	4,6
1-8-4	1	781,0	7,8
1-8-4	2	1304,7	13,0
1-8-5	1	1067,2	10,7
1-8-5	2	946,2	9,5
1-8-6	1	1154,4	11,5
1-8-6	2	1406,3	14,1
1-8-7	1	606,4	6,1
1-8-7	2	501,9	5,0
1-8-8	1	668,4	6,7
1-8-8	2	528,4	5,3
1-8-9	1	600,3	6,0
1-8-9	2	810,7	8,1
1-8-10	1	817,6	8,2
1-8-10	2	833,1	8,3
1-8-11	1	670,8	6,7
1-8-11	2	920,3	9,2
1-8-12	1	876,5	8,8
1-8-12	2	872,0	8,7

Lisa 42. Katseperioodi 8r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-8-1	1	772,6	7,7
2-8-1	2	461,6	4,6
2-8-2	1	680,0	6,8
2-8-2	2	436,6	4,4
2-8-3	1	615,9	6,2
2-8-3	2	558,2	5,6
2-8-4	1	1197,4	12,0
2-8-4	2	835,1	8,4
2-8-5	1	863,8	8,6
2-8-5	2	873,2	8,7
2-8-6	1	636,2	6,4
2-8-6	2	977,9	9,8
2-8-7	1	597,1	6,0
2-8-7	2	759,5	7,6
2-8-8	1	632,1	6,3
2-8-8	2	673,0	6,7
2-8-9	1	457,4	4,6
2-8-9	2	540,8	5,4
2-8-10	1	991,9	9,9
2-8-10	2	716,8	7,2
2-8-11	1	854,8	8,5
2-8-11	2	894,3	8,9
2-8-12	1	774,8	7,7
2-8-12	2	991,7	9,9

Lisa 43. Katseperioodi 9p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-9-1	1	568,0	5,7
1-9-1	2	551,4	5,5
1-9-2	1	652,9	6,5
1-9-2	2	524,7	5,2
1-9-3	1	541,6	5,4
1-9-3	2	636,2	6,4
1-9-4	1	1404,1	14,0
1-9-4	2	925,4	9,3
1-9-5	1	909,3	9,1
1-9-5	2	901,1	9,0
1-9-6	1	633,0	6,3
1-9-6	2	872,6	8,7
1-9-7	1	531,7	5,3
1-9-7	2	615,9	6,2
1-9-8	1	712,3	7,1
1-9-8	2	647,5	6,5
1-9-9	1	650,8	6,5
1-9-9	2	681,7	6,8
1-9-10	1	1392,1	13,9
1-9-10	2	941,2	9,4
1-9-11	1	1434,1	14,3
1-9-11	2	900,0	9,0
1-9-12	1	1264,4	12,6
1-9-12	2	699,6	7,0

Lisa 44. Katseperioodi 9r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-9-1	1	555,2	5,6
2-9-1	2	679,1	6,8
2-9-2	1	631,1	6,3
2-9-2	2	497,5	5,0
2-9-3	1	585,8	5,9
2-9-3	2	451,7	4,5
2-9-4	1	835,6	8,4
2-9-4	2	986,4	9,9
2-9-5	1	1052,1	10,5
2-9-5	2	905,7	9,1
2-9-6	1	1146,4	11,5
2-9-6	2	1191,4	11,9
2-9-7	1	512,6	5,1
2-9-7	2	620,1	6,2
2-9-8	1	629,4	6,3
2-9-8	2	509,3	5,1
2-9-9	1	566,5	5,7
2-9-9	2	600,1	6,0
2-9-10	1	875,5	8,8
2-9-10	2	1177,5	11,8
2-9-11	1	890,3	8,9
2-9-11	2	874,9	8,7
2-9-12	1	1034,9	10,3
2-9-12	2	993,9	9,9

Lisa 45. Katseperioodi 10p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-10-1	1	557,5	5,6
1-10-1	2	627,4	6,3
1-10-2	1	338,2	3,4
1-10-2	2	540,3	5,4
1-10-3	1	479,8	4,8
1-10-3	2	489,2	4,9
1-10-4	1	1199,0	12,0
1-10-4	2	806,6	8,1
1-10-5	1	1438,9	14,4
1-10-5	2	1177,6	11,8
1-10-6	1	1307,3	13,1
1-10-6	2	1139,0	11,4
1-10-7	1	510,2	5,1
1-10-7	2	467,7	4,7
1-10-8	1	602,3	6,0
1-10-8	2	545,6	5,5
1-10-9	1	729,6	7,3
1-10-9	2	639,5	6,4
1-10-10	1	1042,8	10,4
1-10-10	2	941,7	9,4
1-10-11	1	1040,4	10,4
1-10-11	2	880,9	8,8
1-10-12	1	919,6	9,2
1-10-12	2	760,9	7,6

Lisa 46. Katseperioodi 10r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-10-1	1	678,5	6,8
2-10-1	2	511,0	5,1
2-10-2	1	695,0	6,9
2-10-2	2	724,8	7,2
2-10-3	1	548,3	5,5
2-10-3	2	491,0	4,9
2-10-4	1	1425,1	14,3
2-10-4	2	853,3	8,5
2-10-5	1	1397,1	14,0
2-10-5	2	1055,2	10,6
2-10-6	1	1184,6	11,8
2-10-6	2	904,4	9,0
2-10-7	1	484,9	4,8
2-10-7	2	565,3	5,7
2-10-8	1	643,1	6,4
2-10-8	2	500,4	5,0
2-10-9	1	676,0	6,8
2-10-9	2	587,6	5,9
2-10-10	1	1297,4	13,0
2-10-10	2	828,4	8,3
2-10-11	1	1256,1	12,6
2-10-11	2	744,7	7,4
2-10-12	1	1142,3	11,4
2-10-12	2	762,5	7,6

Lisa 47. Katseperioodi 11p pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
1-11-1	1	3042,8	30,4
1-11-1	2	4823,6	48,2
1-11-2	1	2750,5	27,5
1-11-2	2	2421,4	24,2
1-11-3	1	3532,0	35,3
1-11-3	2	3064,7	30,6
1-11-7	1	2271,2	22,7
1-11-7	2	2994,6	29,9
1-11-8	1	2181,4	21,8
1-11-8	2	2645,9	26,5
1-11-9	1	2621,2	26,2
1-11-9	2	1786,2	17,9

Lisa 48. Katseperioodi 11r pinnakõvaduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Katsekeha number	Suurima koormus	Pinnakõvadus
		N	N/mm ²
2-11-1	1	4507,9	45,1
2-11-1	2	3324,7	33,2
2-11-2	1	4340,5	43,4
2-11-2	2	3062,1	30,6
2-11-3	1	3876,6	38,8
2-11-3	2	2743,2	27,4
2-11-7	1	2993,3	29,9
2-11-7	2	2980,5	29,8
2-11-8	1	3264,4	32,6
2-11-8	2	1594,2	15,9
2-11-9	1	2614,0	26,1
2-11-9	2	2999,8	30,0

Lisa 49. Katseperioodi 1p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-1-1	11,75	14,36	-	22,2	-
1-1-2	11,78	14,68	-	24,6	-
1-1-3	11,79	14,32	-	21,5	-
1-1-4	11,75	14,12	14,48	20,2	23,2
1-1-5	11,75	14,40	14,88	22,6	26,6
1-1-6	11,70	14,01	14,73	19,7	25,9
1-1-7	11,42	13,97	-	22,3	-
1-1-8	11,41	13,83	-	21,2	-
1-1-9	11,41	13,93	-	22,0	-
1-1-10	11,40	13,97	14,29	22,5	25,3
1-1-11	11,38	13,66	13,98	20,0	22,8
1-1-12	11,36	13,89	14,09	22,3	24,0

Lisa 50. Katseperioodi 1r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-1-1	11,55	13,81	-	19,5	-
2-1-2	11,55	14,13	-	22,3	-
2-1-3	11,54	13,99	-	21,2	-
2-1-4	11,55	13,92	14,10	20,5	22,1
2-1-5	11,54	13,69	14,26	18,6	23,6
2-1-6	11,52	13,78	14,22	19,7	23,5
2-1-7	11,62	14,45	-	24,4	-
2-1-8	11,63	14,60	-	25,6	-
2-1-9	11,62	14,40	-	23,9	-
2-1-10	11,47	13,47	13,99	17,5	22,0
2-1-11	11,44	13,49	14,04	17,9	22,7
2-1-12	11,45	13,53	13,89	18,2	21,3

Lisa 51. Katseperioodi 2p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-2-1	11,83	16,25	-	37,4	-
1-2-2	11,89	16,02	-	34,7	-
1-2-3	11,88	16,12	-	35,7	-
1-2-4	11,88	15,63	14,94	31,6	25,8
1-2-5	11,91	16,19	15,50	35,9	30,1
1-2-6	11,96	16,17	15,63	35,3	30,7
1-2-7	11,42	15,69	-	37,3	-
1-2-8	11,44	15,47	-	35,3	-
1-2-9	11,45	15,46	-	35,0	-
1-2-10	11,47	16,90	15,87	47,3	38,4
1-2-11	11,50	16,12	15,48	40,2	34,7
1-2-12	11,50	15,28	14,72	32,8	27,9

Lisa 52. Katseperioodi 2r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-2-1	11,50	15,77	-	37,1	-
2-2-2	11,51	15,57	-	35,3	-
2-2-3	11,50	15,36	-	33,5	-
2-2-4	11,52	16,34	15,45	41,9	34,2
2-2-5	11,51	16,11	15,41	40,0	33,9
2-2-6	11,44	15,98	14,63	39,6	27,8
2-2-7	11,61	16,63	-	43,3	-
2-2-8	11,60	16,71	-	44,1	-
2-2-9	11,60	15,74	-	35,7	-
2-2-10	11,62	16,64	15,87	43,1	36,6
2-2-11	11,59	16,30	15,56	40,6	34,2
2-2-12	11,57	16,51	15,65	42,7	35,2

Lisa 53. Katseperioodi 3p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-3-1	11,91	16,92	-	42,0	-
1-3-2	11,94	17,07	-	43,0	-
1-3-3	11,93	17,38	-	45,7	-
1-3-4	11,93	17,41	16,36	45,9	37,1
1-3-5	11,92	17,58	16,45	47,5	38,0
1-3-6	11,89	17,30	16,26	45,6	36,8
1-3-7	11,52	16,99	-	47,5	-
1-3-8	11,54	16,64	-	44,2	-
1-3-9	11,53	16,80	-	45,7	-
1-3-10	11,57	16,56	15,54	43,2	34,4
1-3-11	11,59	17,62	16,50	52,0	42,3
1-3-12	11,61	18,09	16,74	55,8	44,1

Lisa 54. Katseperioodi 3r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-3-1	11,45	16,14	-	40,9	-
2-3-2	11,48	16,55	-	44,1	-
2-3-3	11,50	16,52	-	43,7	-
2-3-4	11,45	16,23	15,17	41,8	32,5
2-3-5	11,47	16,48	15,39	43,7	34,1
2-3-6	11,48	17,01	15,65	48,3	36,4
2-3-7	11,58	17,51	-	51,2	-
2-3-8	11,58	17,40	-	50,2	-
2-3-9	11,60	17,37	-	49,8	-
2-3-10	11,59	17,26	16,24	48,9	40,1
2-3-11	11,58	16,58	15,64	43,2	35,1
2-3-12	11,58	17,61	16,52	52,1	42,6

Lisa 55. Katseperioodi 4p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-4-1	11,52	18,55	-	61,0	-
1-4-2	11,51	17,00	-	47,6	-
1-4-3	11,55	17,60	-	52,4	-
1-4-4	11,52	18,13	16,84	57,4	46,2
1-4-5	11,51	17,03	15,79	47,9	37,1
1-4-6	11,70	17,21	15,94	47,0	36,2
1-4-7	11,52	17,25	-	49,8	-
1-4-8	11,52	17,14	-	48,8	-
1-4-9	11,50	16,99	-	47,8	-
1-4-10	11,46	16,85	15,65	47,0	36,6
1-4-11	11,44	17,31	16,00	51,4	39,9
1-4-12	11,41	16,64	15,41	45,9	35,1

Lisa 56. Katseperioodi 4r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-4-1	11,66	17,50	-	50,1	-
2-4-2	11,65	16,74	-	43,7	-
2-4-3	11,66	17,19	-	47,4	-
2-4-4	11,66	16,73	15,52	43,5	33,2
2-4-5	11,64	17,88	16,37	53,7	40,7
2-4-6	11,59	16,56	15,36	42,9	32,5
2-4-7	11,56	17,90	-	54,8	-
2-4-8	11,55	17,05	-	47,6	-
2-4-9	11,56	17,42	-	50,8	-
2-4-10	11,56	17,93	16,49	55,0	42,6
2-4-11	11,56	17,47	16,07	51,2	39,0
2-4-12	11,57	17,50	16,10	51,3	39,2

Lisa 57. Katseperioodi 5p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-5-1	11,76	17,58	-	49,5	-
1-5-2	11,76	17,90	-	52,2	-
1-5-3	11,73	17,66	-	50,5	-
1-5-4	11,77	17,56	16,24	49,1	37,9
1-5-5	11,78	17,84	16,48	51,4	39,9
1-5-6	11,77	17,75	16,33	50,8	38,7
1-5-7	11,38	17,01	-	49,4	-
1-5-8	11,38	17,09	-	50,3	-
1-5-9	11,37	17,78	-	56,4	-
1-5-10	11,39	16,65	15,34	46,2	34,7
1-5-11	11,40	17,59	16,29	54,2	42,8
1-5-12	11,40	17,52	15,91	53,7	39,6

Lisa 58. Katseperioodi 5r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-5-1	11,57	17,33	-	49,8	-
2-5-2	11,59	17,86	-	54,1	-
2-5-3	11,58	17,12	-	47,7	-
2-5-4	11,59	17,62	16,42	52,1	41,7
2-5-5	11,56	17,34	15,92	50,0	37,7
2-5-6	11,56	17,29	16,00	49,6	38,4
2-5-7	11,57	17,27	-	49,3	-
2-5-8	11,56	17,53	-	51,6	-
2-5-9	11,58	18,35	-	58,5	-
2-5-10	11,55	17,84	16,37	54,5	41,8
2-5-11	11,55	17,27	16,02	49,6	38,7
2-5-12	11,54	17,28	15,96	49,7	38,3

Lisa 59. Katseperioodi 6p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-6-1	11,78	18,51	-	57,1	-
1-6-2	11,77	17,53	-	49,0	-
1-6-3	11,81	18,35	-	55,3	-
1-6-4	11,80	17,59	16,13	49,0	36,7
1-6-5	11,83	17,34	15,69	46,6	32,6
1-6-6	11,82	18,56	17,02	57,0	43,9
1-6-7	11,43	17,36	-	51,9	-
1-6-8	11,44	18,04	-	57,8	-
1-6-9	11,45	17,62	-	53,9	-
1-6-10	11,46	18,20	16,76	58,8	46,3
1-6-11	11,52	18,35	16,84	59,2	46,1
1-6-12	11,51	17,64	16,16	53,3	40,5

Lisa 60. Katseperioodi 6r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-6-1	11,51	18,39	-	59,7	-
2-6-2	11,53	17,51	-	51,9	-
2-6-3	11,55	17,76	-	53,7	-
2-6-4	11,53	17,98	16,56	55,9	43,6
2-6-5	11,53	17,21	15,81	49,3	37,1
2-6-6	11,51	17,45	16,05	51,7	39,5
2-6-7	11,55	17,95	-	55,5	-
2-6-8	11,54	18,59	-	61,1	-
2-6-9	11,54	18,43	-	59,7	-
2-6-10	11,56	17,62	16,14	52,4	39,6
2-6-11	11,54	17,69	16,34	53,3	41,6
2-6-12	11,54	18,46	17,00	59,9	47,3

Lisa 61. Katseperioodi 7p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-7-1	11,81	18,04	-	52,7	-
1-7-2	11,88	18,40	-	54,9	-
1-7-3	11,86	19,04	-	60,5	-
1-7-4	11,88	18,75	17,39	57,8	46,3
1-7-5	11,84	18,86	17,54	59,3	48,1
1-7-6	11,82	19,35	17,81	63,7	50,7
1-7-7	11,52	18,16	-	57,5	-
1-7-8	11,50	17,72	-	54,1	-
1-7-9	11,55	17,84	-	54,5	-
1-7-10	11,56	18,47	17,25	59,8	49,2
1-7-11	11,59	18,15	16,84	56,5	45,3
1-7-12	11,60	19,37	17,62	66,9	51,9

Lisa 62. Katseperioodi 7r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-7-1	11,49	17,97	-	56,4	-
2-7-2	11,50	17,86	-	55,3	-
2-7-3	11,51	17,42	-	51,3	-
2-7-4	11,50	17,00	15,85	47,8	37,7
2-7-5	11,51	16,90	15,73	46,8	36,6
2-7-6	11,50	17,49	16,14	52,1	40,3
2-7-7	11,55	18,17	-	57,4	-
2-7-8	11,53	18,63	-	61,5	-
2-7-9	11,53	18,24	-	58,2	-
2-7-10	11,53	17,73	16,39	53,8	42,2
2-7-11	11,53	17,79	16,49	54,4	43,0
2-7-12	11,51	17,33	15,97	50,5	38,7

Lisa 63. Katseperioodi 8p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-8-1	11,59	18,59	-	60,4	-
1-8-2	11,56	17,81	-	54,0	-
1-8-3	11,57	17,95	-	55,2	-
1-8-4	11,55	18,35	17,05	58,9	47,6
1-8-5	11,55	19,50	17,90	68,8	55,0
1-8-6	11,64	18,41	16,85	58,2	44,8
1-8-7	11,50	17,89	-	55,6	-
1-8-8	11,50	18,61	-	61,8	-
1-8-9	11,47	18,31	-	59,6	-
1-8-10	11,45	17,75	16,51	55,0	44,1
1-8-11	11,40	17,64	16,31	54,7	43,1
1-8-12	11,61	19,61	17,93	68,9	54,5

Lisa 64. Katseperioodi 8r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-8-1	11,65	18,41	-	58,0	-
2-8-2	11,65	17,56	-	50,6	-
2-8-3	11,63	18,14	-	56,0	-
2-8-4	11,64	17,97	16,59	54,4	42,6
2-8-5	11,65	17,78	16,47	52,7	41,4
2-8-6	11,64	18,11	16,84	55,7	44,7
2-8-7	11,55	18,08	-	56,6	-
2-8-8	11,52	17,61	-	52,9	-
2-8-9	11,53	18,55	-	60,9	-
2-8-10	11,53	17,73	16,39	53,8	42,2
2-8-11	11,52	17,82	16,21	54,7	40,7
2-8-12	11,51	17,59	16,24	52,8	41,1

Lisa 65. Katseperioodi 9p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-9-1	11,68	18,97	-	62,4	-
1-9-2	11,70	18,98	-	62,2	-
1-9-3	11,71	18,70	-	59,7	-
1-9-4	11,72	19,08	17,63	62,8	50,4
1-9-5	11,72	19,32	17,82	64,8	52,0
1-9-6	11,72	18,74	17,34	59,9	48,0
1-9-7	11,57	19,33	-	67,1	-
1-9-8	11,57	19,92	-	72,2	-
1-9-9	11,60	19,46	-	67,8	-
1-9-10	11,56	18,56	17,21	60,5	48,8
1-9-11	11,58	18,79	17,36	62,2	49,9
1-9-12	11,53	18,22	16,89	58,0	46,5

Lisa 66. Katseperioodi 9r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-9-1	11,58	18,50	-	59,8	-
2-9-2	11,60	18,20	-	56,9	-
2-9-3	11,60	18,78	-	61,8	-
2-9-4	11,59	18,56	17,30	60,1	49,2
2-9-5	11,58	18,27	16,55	57,8	42,9
2-9-6	11,57	18,58	17,23	60,6	48,9
2-9-7	11,53	18,43	-	59,8	-
2-9-8	11,53	18,92	-	64,1	-
2-9-9	11,51	18,06	-	56,8	-
2-9-10	11,50	18,05	16,77	56,9	45,8
2-9-11	11,49	18,05	16,57	57,1	44,3
2-9-12	11,53	18,56	17,10	61,0	48,3

Lisa 67. Katseperioodi 10p paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
1-10-1	11,69	18,34	-	56,9	-
1-10-2	11,75	19,84	-	68,8	-
1-10-3	11,72	18,67	-	59,3	-
1-10-4	11,73	18,40	16,91	56,8	44,1
1-10-5	11,75	19,03	17,51	62,0	49,0
1-10-6	11,76	19,20	17,52	63,2	48,9
1-10-7	11,53	19,32	-	67,5	-
1-10-8	11,53	18,46	-	60,1	-
1-10-9	11,51	18,59	-	61,6	-
1-10-10	11,50	18,63	17,09	62,0	48,7
1-10-11	11,47	18,86	17,19	64,5	49,9
1-10-12	11,46	18,33	16,82	60,0	46,8

Lisa 68. Katseperioodi 10r paksusesse pundumise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne paksus	Niiskelt paksus	Kuivalt paksus	Pundumine niiskelt	Pundumine kuivalt
	mm	mm	mm	%	%
2-10-1	11,55	18,56	-	60,6	-
2-10-2	11,60	19,03	-	64,1	-
2-10-3	11,57	18,36	-	58,7	-
2-10-4	11,56	18,87	17,35	63,3	50,1
2-10-5	11,58	18,57	17,17	60,4	48,3
2-10-6	11,51	17,89	16,39	55,4	42,3
2-10-7	11,53	19,11	-	65,8	-
2-10-8	11,55	19,94	-	72,7	-
2-10-9	11,51	18,81	-	63,4	-
2-10-10	11,50	19,18	17,59	66,7	52,9
2-10-11	11,49	18,01	16,36	56,8	42,5
2-10-12	11,48	18,47	16,73	60,9	45,7

Lisa 69. Katseperioodi 1p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-1-1	278,81	279,52	-	0,3	-
1-1-2	279,81	280,30	-	0,2	-
1-1-3	278,83	279,36	-	0,2	-
1-1-4	278,83	279,09	279,19	0,1	0,1
1-1-5	279,45	280,07	279,95	0,2	0,2
1-1-6	280,00	280,26	280,33	0,1	0,1
1-1-7	279,71	280,30	-	0,2	-
1-1-8	278,36	278,85	-	0,2	-
1-1-9	279,54	280,17	-	0,2	-
1-1-10	280,30	280,96	280,72	0,2	0,2
1-1-11	278,95	279,63	279,38	0,2	0,2
1-1-12	279,07	279,64	279,37	0,2	0,1

Lisa 70. Katseperioodi 1r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-1-1	279,23	280,14	-	0,3	-
2-1-2	278,53	279,34	-	0,3	-
2-1-3	280,17	280,90	-	0,3	-
2-1-4	277,76	278,36	278,14	0,2	0,1
2-1-5	277,93	278,47	278,26	0,2	0,1
2-1-6	277,82	278,15	277,97	0,1	0,1
2-1-7	279,82	280,22	-	0,1	-
2-1-8	280,43	281,00	-	0,2	-
2-1-9	281,28	281,77	-	0,2	-
2-1-10	278,64	279,02	279,00	0,1	0,1
2-1-11	279,29	279,65	279,50	0,1	0,1
2-1-12	278,67	279,34	278,98	0,2	0,1

Lisa 71. Katseperioodi 2p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-2-1	278,77	279,36	-	0,2	-
1-2-2	279,33	279,72	-	0,1	-
1-2-3	279,10	279,87	-	0,3	-
1-2-4	278,69	279,48	279,34	0,3	0,2
1-2-5	279,40	279,94	279,81	0,2	0,1
1-2-6	279,23	280,24	279,90	0,4	0,2
1-2-7	278,26	279,16	-	0,3	-
1-2-8	278,07	278,73	-	0,2	-
1-2-9	279,13	280,04	-	0,3	-
1-2-10	278,64	279,09	279,07	0,2	0,2
1-2-11	279,81	280,84	280,56	0,4	0,3
1-2-12	279,50	280,31	280,01	0,3	0,2

Lisa 72. Katseperioodi 2r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-2-1	280,62	281,30	-	0,2	-
2-2-2	280,09	281,22	-	0,4	-
2-2-3	280,38	280,94	-	0,2	-
2-2-4	281,09	281,96	281,68	0,3	0,2
2-2-5	279,43	280,33	279,97	0,3	0,2
2-2-6	280,74	281,58	281,41	0,3	0,2
2-2-7	279,94	280,49	-	0,2	-
2-2-8	280,06	280,85	-	0,3	-
2-2-9	279,60	280,33	-	0,3	-
2-2-10	280,37	281,04	280,80	0,2	0,2
2-2-11	280,02	280,57	280,46	0,2	0,2
2-2-12	278,55	279,07	278,83	0,2	0,1

Lisa 73. Katseperioodi 3p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-3-1	279,43	280,21	-	0,3	-
1-3-2	279,13	279,76	-	0,2	-
1-3-3	279,70	280,41	-	0,3	-
1-3-4	279,35	280,37	280,04	0,4	0,2
1-3-5	278,36	279,03	278,69	0,2	0,1
1-3-6	279,26	279,79	279,80	0,2	0,2
1-3-7	279,62	280,34	-	0,3	-
1-3-8	280,09	280,63	-	0,2	-
1-3-9	278,76	279,63	-	0,3	-
1-3-10	279,29	280,02	279,51	0,3	0,1
1-3-11	278,28	278,82	278,69	0,2	0,1
1-3-12	279,39	279,91	279,57	0,2	0,1

Lisa 74. Katseperioodi 3r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-3-1	279,44	280,18	-	0,3	-
2-3-2	281,27	282,23	-	0,3	-
2-3-3	280,70	281,35	-	0,2	-
2-3-4	281,29	282,13	281,56	0,3	0,1
2-3-5	280,42	281,19	280,85	0,3	0,2
2-3-6	279,91	280,83	280,41	0,3	0,2
2-3-7	280,82	281,74	-	0,3	-
2-3-8	280,94	281,99	-	0,4	-
2-3-9	280,12	280,99	-	0,3	-
2-3-10	280,90	281,87	281,40	0,3	0,2
2-3-11	279,72	280,41	280,02	0,2	0,1
2-3-12	279,52	280,32	280,06	0,3	0,2

Lisa 75. Katseperioodi 4p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-4-1	279,84	280,28	-	0,2	-
1-4-2	279,74	280,08	-	0,1	-
1-4-3	279,86	281,16	-	0,5	-
1-4-4	279,67	280,80	280,50	0,4	0,3
1-4-5	279,60	280,31	280,01	0,3	0,1
1-4-6	279,69	280,37	280,09	0,2	0,1
1-4-7	279,84	280,39	-	0,2	-
1-4-8	279,40	280,36	-	0,3	-
1-4-9	279,42	280,10	-	0,2	-
1-4-10	278,65	279,12	279,13	0,2	0,2
1-4-11	280,11	280,62	280,38	0,2	0,1
1-4-12	279,07	279,55	279,45	0,2	0,1

Lisa 76. Katseperioodi 4r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-4-1	278,20	278,77	-	0,2	-
2-4-2	277,99	279,16	-	0,4	-
2-4-3	276,50	277,23	-	0,3	-
2-4-4	276,85	277,59	277,21	0,3	0,1
2-4-5	277,90	278,45	278,21	0,2	0,1
2-4-6	276,13	276,44	276,20	0,1	0,0
2-4-7	278,99	279,75	-	0,3	-
2-4-8	280,33	281,45	-	0,4	-
2-4-9	281,33	282,40	-	0,4	-
2-4-10	279,50	280,91	280,38	0,5	0,3
2-4-11	279,93	280,90	280,54	0,3	0,2
2-4-12	280,82	282,08	281,56	0,4	0,3

Lisa 77. Katseperioodi 5p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-5-1	279,15	279,67	-	0,2	-
1-5-2	279,65	280,23	-	0,2	-
1-5-3	278,06	278,87	-	0,3	-
1-5-4	278,64	279,36	278,95	0,3	0,1
1-5-5	279,23	279,30	279,53	0,0	0,1
1-5-6	280,22	281,04	280,78	0,3	0,2
1-5-7	279,53	280,15	-	0,2	-
1-5-8	279,53	279,96	-	0,2	-
1-5-9	279,72	280,07	-	0,1	-
1-5-10	279,58	279,96	279,73	0,1	0,1
1-5-11	279,85	280,15	279,88	0,1	0,0
1-5-12	279,97	280,74	280,49	0,3	0,2

Lisa 78. Katseperioodi 5r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-5-1	277,50	278,18	-	0,2	-
2-5-2	277,49	278,10	-	0,2	-
2-5-3	277,10	278,04	-	0,3	-
2-5-4	277,77	278,67	278,27	0,3	0,2
2-5-5	278,11	278,11	278,13	0,0	0,0
2-5-6	277,09	277,53	277,18	0,2	0,0
2-5-7	279,96	280,49	-	0,2	-
2-5-8	279,57	280,30	-	0,3	-
2-5-9	280,23	281,40	-	0,4	-
2-5-10	281,21	282,18	281,65	0,3	0,2
2-5-11	279,67	280,32	280,10	0,2	0,2
2-5-12	280,62	281,69	281,35	0,4	0,3

Lisa 79. Katseperioodi 6p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-6-1	277,59	278,49	-	0,3	-
1-6-2	279,90	280,39	-	0,2	-
1-6-3	279,75	279,73	-	0,0	-
1-6-4	279,57	279,94	279,80	0,1	0,1
1-6-5	279,98	280,39	280,01	0,1	0,0
1-6-6	279,45	280,12	279,95	0,2	0,2
1-6-7	278,96	279,52	-	0,2	-
1-6-8	278,44	279,34	-	0,3	-
1-6-9	279,00	279,45	-	0,2	-
1-6-10	278,91	279,60	279,46	0,2	0,2
1-6-11	279,04	279,45	279,29	0,1	0,1
1-6-12	278,91	279,62	279,23	0,3	0,1

Lisa 80. Katseperioodi 6r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-6-1	277,26	277,58	-	0,1	-
2-6-2	278,58	279,50	-	0,3	-
2-6-3	277,71	278,08	-	0,1	-
2-6-4	277,83	278,33	278,13	0,2	0,1
2-6-5	277,92	278,12	278,18	0,1	0,1
2-6-6	278,76	279,17	279,32	0,1	0,2
2-6-7	280,73	281,93	-	0,4	-
2-6-8	278,68	279,39	-	0,3	-
2-6-9	279,41	279,92	-	0,2	-
2-6-10	279,52	280,28	280,27	0,3	0,3
2-6-11	279,91	280,48	280,27	0,2	0,1
2-6-12	278,59	279,57	279,20	0,4	0,2

Lisa 81. Katseperioodi 7p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-7-1	278,43	279,34	-	0,3	-
1-7-2	280,61	281,66	-	0,4	-
1-7-3	279,38	279,30	-	0,0	-
1-7-4	278,50	279,02	279,12	0,2	0,2
1-7-5	278,58	279,57	279,23	0,4	0,2
1-7-6	278,80	279,28	279,13	0,2	0,1
1-7-7	280,07	280,27	-	0,1	-
1-7-8	279,49	280,08	-	0,2	-
1-7-9	277,77	278,23	-	0,2	-
1-7-10	279,02	279,90	279,79	0,3	0,3
1-7-11	278,88	279,12	279,00	0,1	0,0
1-7-12	278,35	278,99	278,80	0,2	0,2

Lisa 82. Katseperioodi 7r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-7-1	277,83	278,80	-	0,3	-
2-7-2	278,50	279,34	-	0,3	-
2-7-3	277,65	278,87	-	0,4	-
2-7-4	278,84	279,75	279,26	0,3	0,2
2-7-5	277,65	278,51	278,19	0,3	0,2
2-7-6	278,63	279,54	279,34	0,3	0,3
2-7-7	280,20	280,44	-	0,1	-
2-7-8	278,41	278,90	-	0,2	-
2-7-9	278,93	279,67	-	0,3	-
2-7-10	278,78	279,40	279,43	0,2	0,2
2-7-11	279,64	280,38	280,12	0,3	0,2
2-7-12	280,20	280,65	280,38	0,2	0,1

Lisa 83. Katseperioodi 8p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-8-1	278,48	279,39	-	0,3	-
1-8-2	279,57	280,28	-	0,3	-
1-8-3	279,06	279,95	-	0,3	-
1-8-4	279,75	279,27	279,63	-0,2	0,0
1-8-5	279,51	280,30	280,27	0,3	0,3
1-8-6	278,23	278,68	278,73	0,2	0,2
1-8-7	279,39	280,12	-	0,3	-
1-8-8	279,82	280,48	-	0,2	-
1-8-9	281,51	282,23	-	0,3	-
1-8-10	280,22	281,07	280,85	0,3	0,2
1-8-11	279,80	279,88	279,70	0,0	0,0
1-8-12	278,87	279,68	279,31	0,3	0,2

Lisa 84. Katseperioodi 8r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-8-1	278,98	279,74	-	0,3	-
2-8-2	278,92	280,03	-	0,4	-
2-8-3	277,77	278,78	-	0,4	-
2-8-4	279,36	280,16	279,87	0,3	0,2
2-8-5	278,49	278,83	278,71	0,1	0,1
2-8-6	278,29	278,39	278,14	0,0	-0,1
2-8-7	278,78	278,70	-	0,0	-
2-8-8	279,25	280,08	-	0,3	-
2-8-9	279,00	279,74	-	0,3	-
2-8-10	279,47	280,23	279,89	0,3	0,1
2-8-11	278,80	279,44	279,36	0,2	0,2
2-8-12	278,55	278,98	278,84	0,2	0,1

Lisa 85. Katseperioodi 9p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-9-1	280,39	281,01	-	0,2	-
1-9-2	279,86	280,37	-	0,2	-
1-9-3	279,81	280,48	-	0,2	-
1-9-4	279,40	280,05	280,06	0,2	0,2
1-9-5	280,09	280,97	280,76	0,3	0,2
1-9-6	278,56	279,27	279,12	0,3	0,2
1-9-7	279,90	280,85	-	0,3	-
1-9-8	279,34	279,82	-	0,2	-
1-9-9	279,14	279,54	-	0,1	-
1-9-10	278,90	279,16	279,15	0,1	0,1
1-9-11	278,42	278,92	278,80	0,2	0,1
1-9-12	279,28	279,91	279,94	0,2	0,2

Lisa 86. Katseperioodi 9r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-9-1	279,54	279,74	-	0,1	-
2-9-2	279,20	279,94	-	0,3	-
2-9-3	278,52	278,99	-	0,2	-
2-9-4	279,35	279,62	279,44	0,1	0,0
2-9-5	278,86	279,36	279,37	0,2	0,2
2-9-6	278,17	279,04	278,47	0,3	0,1
2-9-7	278,69	279,40	-	0,3	-
2-9-8	279,31	280,14	-	0,3	-
2-9-9	279,08	279,85	-	0,3	-
2-9-10	278,82	279,52	279,18	0,2	0,1
2-9-11	279,59	280,12	279,96	0,2	0,1
2-9-12	279,98	280,86	280,46	0,3	0,2

Lisa 87. Katseperioodi 10p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
1-10-1	280,24	280,78	-	0,2	-
1-10-2	278,98	279,75	-	0,3	-
1-10-3	280,03	280,65	-	0,2	-
1-10-4	279,34	279,84	279,59	0,2	0,1
1-10-5	279,92	280,23	280,48	0,1	0,2
1-10-6	280,64	280,75	280,85	0,0	0,1
1-10-7	279,00	280,01	-	0,4	-
1-10-8	280,14	281,45	-	0,5	-
1-10-9	279,88	280,52	-	0,2	-
1-10-10	279,53	280,21	279,97	0,2	0,2
1-10-11	278,75	279,65	279,40	0,3	0,2
1-10-12	280,31	280,99	280,89	0,2	0,2

Lisa 88. Katseperioodi 10r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Niiskelt pikkus	Kuivalt pikkus	Niiskelt pikenemine	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	mm	%	%
2-10-1	278,80	279,08	-	0,1	-
2-10-2	278,48	279,30	-	0,3	-
2-10-3	277,83	277,92	-	0,0	-
2-10-4	279,00	279,77	279,47	0,3	0,2
2-10-5	278,25	278,64	278,51	0,1	0,1
2-10-6	278,69	278,58	278,62	0,0	0,0
2-10-7	279,72	280,47	-	0,3	-
2-10-8	279,52	280,19	-	0,2	-
2-10-9	277,54	278,20	-	0,2	-
2-10-10	280,43	280,70	280,23	0,1	-0,1
2-10-11	278,73	279,44	279,07	0,3	0,1
2-10-12	279,24	279,79	279,38	0,2	0,0

Lisa 89. Katseperioodi 11p katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Kuivalt pikkus	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	%
1-11-1	280,62	280,79	0,1
1-11-2	280,16	280,46	0,1
1-11-3	279,44	279,88	0,2
1-11-7	279,46	279,75	0,1
1-11-8	278,97	279,26	0,1
1-11-9	278,46	278,76	0,1

Lisa 90. Katseperioodi 11r katsekehade pikenemise katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne pikkus	Kuivalt pikkus	Kuivalt pikenemine
	mm	mm	%
2-11-1	279,11	279,47	0,1
2-11-2	278,81	279,06	0,1
2-11-3	278,02	278,28	0,1
2-11-7	279,34	279,73	0,1
2-11-8	279,65	279,94	0,1
2-11-9	278,59	278,96	0,1

Lisa 91. Katseperioodi 1p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-1-1	119,50	161,99	-	-
1-1-2	116,34	155,29	-	-
1-1-3	114,19	151,50	-	-
1-1-4	117,17	163,38	113,08	123,98
1-1-5	112,29	151,41	108,30	118,82
1-1-6	109,93	145,95	106,02	116,49
1-1-7	99,10	139,84	-	-
1-1-8	101,63	143,12	-	-
1-1-9	102,84	148,19	-	-
1-1-10	99,82	146,45	96,68	106,16
1-1-11	99,96	140,87	96,79	106,30
1-1-12	101,77	143,32	98,53	108,28

Lisa 92. Katseperioodi 1r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-1-1	108,81	152,31	-	-
2-1-2	106,11	149,96	-	-
2-1-3	106,50	152,10	-	-
2-1-4	113,89	167,67	109,98	120,67
2-1-5	113,70	166,96	109,72	120,42
2-1-6	107,38	155,17	103,65	113,94
2-1-7	119,46	159,05	-	-
2-1-8	123,44	162,11	-	-
2-1-9	123,42	163,42	-	-
2-1-10	105,58	135,69	102,32	112,37
2-1-11	106,33	137,48	103,08	113,15
2-1-12	104,13	138,44	100,95	110,94

Lisa 93. Katseperioodi 2p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-2-1	116,40	173,86	-	-
1-2-2	118,65	179,43	-	-
1-2-3	113,89	179,00	-	-
1-2-4	114,02	173,45	109,92	120,56
1-2-5	115,83	176,32	111,49	122,35
1-2-6	120,32	181,13	115,78	127,22
1-2-7	104,01	168,91	-	-
1-2-8	104,55	164,28	-	-
1-2-9	105,88	158,67	-	-
1-2-10	109,65	172,06	105,91	116,48
1-2-11	110,03	171,48	106,38	116,96
1-2-12	110,62	173,07	107,06	117,69

Lisa 94. Katseperioodi 2r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-2-1	110,05	171,67	-	-
2-2-2	106,60	162,07	-	-
2-2-3	109,40	172,28	-	-
2-2-4	112,39	174,98	108,39	119,14
2-2-5	111,03	176,40	107,15	117,61
2-2-6	101,52	166,31	98,01	107,67
2-2-7	115,44	179,42	-	-
2-2-8	115,66	174,33	-	-
2-2-9	119,53	178,89	-	-
2-2-10	119,67	180,24	115,78	127,23
2-2-11	119,30	181,11	115,45	126,97
2-2-12	110,16	183,72	106,77	117,55

Lisa 95. Katseperioodi 3p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-3-1	119,12	177,17	-	-
1-3-2	123,76	185,26	-	-
1-3-3	126,80	193,37	-	-
1-3-4	128,05	192,13	123,15	136,54
1-3-5	127,96	190,94	123,05	136,51
1-3-6	124,35	191,68	119,58	132,82
1-3-7	111,01	168,95	-	-
1-3-8	111,35	172,78	-	-
1-3-9	113,38	172,07	-	-
1-3-10	114,92	178,50	110,97	123,14
1-3-11	112,91	178,42	109,10	120,96
1-3-12	116,73	186,56	112,78	124,80

Lisa 96. Katseperioodi 3r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-3-1	103,57	172,36	-	-
2-3-2	106,14	174,73	-	-
2-3-3	105,48	171,94	-	-
2-3-4	105,39	175,18	101,63	112,47
2-3-5	109,68	175,94	105,77	117,10
2-3-6	106,68	170,67	102,93	114,12
2-3-7	111,51	178,77	-	-
2-3-8	111,85	182,61	-	-
2-3-9	115,00	178,47	-	-
2-3-10	125,28	187,85	121,29	134,33
2-3-11	118,88	186,20	115,18	127,52
2-3-12	120,81	182,29	117,04	129,37

Lisa 97. Katseperioodi 4p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-4-1	109,91	184,89	-	-
1-4-2	107,14	177,94	-	-
1-4-3	108,45	182,03	-	-
1-4-4	113,02	173,81	108,87	120,05
1-4-5	110,1	179,32	105,96	117,15
1-4-6	113,88	187,04	109,68	121,37
1-4-7	114,67	188,79	-	-
1-4-8	115,9	190,82	-	-
1-4-9	112,49	185,56	-	-
1-4-10	110,12	182,34	106,45	117,78
1-4-11	109,08	177,35	105,4	116,66
1-4-12	102,84	173,79	99,47	110,05

Lisa 98. Katseperioodi 4r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-4-1	108,97	187,09	-	-
2-4-2	106,59	180,63	-	-
2-4-3	113,58	188,46	-	-
2-4-4	112,18	182,73	108,36	119,82
2-4-5	112,21	185,41	108,47	119,9
2-4-6	111,38	179,51	107,65	118,97
2-4-7	109,34	183,56	-	-
2-4-8	114,58	186,54	-	-
2-4-9	116,7	194,67	-	-
2-4-10	112,52	195,32	108,9	120,43
2-4-11	113,99	191,11	110,43	121,93
2-4-12	115,51	191,9	111,99	123,27

Lisa 99. Katseperioodi 5p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-5-1	117,73	194,11	-	-
1-5-2	118,62	201,06	-	-
1-5-3	116	199,64	-	-
1-5-4	113,54	203,77	109,39	120,53
1-5-5	112,07	194,43	107,99	119,12
1-5-6	112,25	197,09	108,24	119,28
1-5-7	102,37	179,8	-	-
1-5-8	103,89	185,79	-	-
1-5-9	106,02	187,58	-	-
1-5-10	109,68	185,84	106,14	116,74
1-5-11	112,3	196,62	108,65	119,6
1-5-12	113,33	189,86	109,68	120,74

Lisa 100. Katseperioodi 5r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-5-1	108,24	178,79	-	-
2-5-2	108,92	184,18	-	-
2-5-3	106,46	184,1	-	-
2-5-4	108,8	183,96	105,24	115,84
2-5-5	110,49	184,06	106,91	117,88
2-5-6	110,69	189,52	107,04	118,38
2-5-7	112,11	190,04	-	-
2-5-8	116,09	198,15	-	-
2-5-9	113,9	195,65	-	-
2-5-10	110,15	196,22	106,91	118,37
2-5-11	109,46	196,64	106,18	117,52
2-5-12	110,05	193,97	106,92	118,25

Lisa 101. Katseperioodi 6p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-6-1	116,94	206,88	-	-
1-6-2	112,15	193,56	-	-
1-6-3	117,91	198,35	-	-
1-6-4	114,44	191,15	111,48	121,76
1-6-5	115,06	201,18	112,11	122,48
1-6-6	116,74	205,3	113,73	124,34
1-6-7	112,7	195,27	-	-
1-6-8	110,91	198,84	-	-
1-6-9	111,38	197,2	-	-
1-6-10	115,27	203,29	112,58	123,06
1-6-11	117,85	205,6	115,29	125,87
1-6-12	112,56	199,06	110,11	120,33

Lisa 102. Katseperioodi 6r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-6-1	107,75	193,96	-	-
2-6-2	106,57	186,85	-	-
2-6-3	109,18	194,33	-	-
2-6-4	112,45	193,86	109,7	119,82
2-6-5	107,68	187,78	105,02	114,66
2-6-6	104,6	190,37	101,98	111,34
2-6-7	109,32	198,93	-	-
2-6-8	111,44	197,72	-	-
2-6-9	114,54	215,77	-	-
2-6-10	117,97	209,14	115,51	125,79
2-6-11	119,8	210,44	117,32	127,71
2-6-12	117,82	209,94	115,26	125,25

Lisa 103. Katseperioodi 7p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-7-1	120,92	209,8	-	-
1-7-2	123,44	212,58	-	-
1-7-3	122,47	209,74	-	-
1-7-4	121,18	213,5	116,76	128,81
1-7-5	121	215,89	116,51	128,63
1-7-6	117,51	215,34	113,16	124,92
1-7-7	114,02	205,89	-	-
1-7-8	113,07	198,06	-	-
1-7-9	116,33	199,5	-	-
1-7-10	113,16	199,79	109,57	121,04
1-7-11	117,72	201,84	113,99	125,77
1-7-12	119,92	198,85	116,19	128,15

Lisa 104. Katseperioodi 7r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-7-1	104,57	202,17	-	-
2-7-2	104,38	203,27	-	-
2-7-3	103,89	194,43	-	-
2-7-4	101,31	185,6	97,58	108,35
2-7-5	102,62	189,74	98,97	109,79
2-7-6	100,25	183,56	96,75	107,23
2-7-7	114,3	211,52	-	-
2-7-8	119,11	214,13	-	-
2-7-9	112,77	207,83	-	-
2-7-10	110,87	198,19	107,19	118,78
2-7-11	114,81	199,27	111,31	123,17
2-7-12	114,83	201,54	111,45	123,14

Lisa 105. Katseperioodi 8p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-8-1	110,56	200	-	-
1-8-2	109,23	196,62	-	-
1-8-3	115,3	196,47	-	-
1-8-4	117,93	198,6	113,37	125,61
1-8-5	110,46	192,34	105,98	117,53
1-8-6	115,64	197,25	111,02	122,9
1-8-7	110,72	196,18	-	-
1-8-8	114,96	198,56	-	-
1-8-9	111,65	196,58	-	-
1-8-10	106,81	186,16	102,88	113,87
1-8-11	108,66	194,77	104,64	115,79
1-8-12	117,99	206,92	113,72	125,8

Lisa 106. Katseperioodi 8r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-8-1	113,97	197,96	-	-
2-8-2	111,63	192,01	-	-
2-8-3	111,06	191,35	-	-
2-8-4	110,43	189,86	106,18	117,51
2-8-5	118,41	204,02	113,86	125,94
2-8-6	119,09	210,93	114,42	126,49
2-8-7	109,56	188,95	-	-
2-8-8	110,91	190,8	-	-
2-8-9	112,66	189,61	-	-
2-8-10	105,07	187,93	101,13	111,81
2-8-11	110,11	189,84	106,12	117,21
2-8-12	106,25	184,83	102,39	113

Lisa 107. Katseperioodi 9p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-9-1	112,98	205,69	-	-
1-9-2	112,59	211,74	-	-
1-9-3	114,53	212,92	-	-
1-9-4	114,26	211,63	109,64	122,69
1-9-5	113,9	212,68	109,26	122,32
1-9-6	111,27	205,64	106,74	119,53
1-9-7	118,07	210,21	-	-
1-9-8	119,89	211,09	-	-
1-9-9	119,5	210,42	-	-
1-9-10	119,19	211,54	114,92	128,59
1-9-11	114,86	211,56	110,6	123,94
1-9-12	113,52	213,21	109,35	122,63

Lisa 108. Katseperioodi 9r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-9-1	116,86	218,77	-	-
2-9-2	115,02	221,25	-	-
2-9-3	112,73	212,82	-	-
2-9-4	110,8	206,95	106,38	119,17
2-9-5	116,89	212,55	112,23	125,52
2-9-6	114,79	209,12	110,29	123,2
2-9-7	106,75	200,88	-	-
2-9-8	111,11	209,31	-	-
2-9-9	107,53	200,49	-	-
2-9-10	110,23	208,46	106,17	118,76
2-9-11	104,07	194,88	100,28	112,14
2-9-12	107,41	206,48	103,58	115,77

Lisa 109. Katseperioodi 10p niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
1-10-1	111,26	213,53	-	-
1-10-2	113,83	217,62	-	-
1-10-3	116,84	221,56	-	-
1-10-4	115,91	217,83	110,85	123,44
1-10-5	120,79	220,44	115,56	128,82
1-10-6	119,6	219,6	114,45	127,64
1-10-7	116,13	219,91	-	-
1-10-8	114,34	214,56	-	-
1-10-9	117,43	216,2	-	-
1-10-10	115,28	222,19	110,61	123,32
1-10-11	113,39	212,65	108,83	121,36
1-10-12	106,16	199,46	102,06	113,84

Lisa 110. Katseperioodi 10r niiskussisalduse katsetulemused

Katsekeha märgistus	Algne kaal	Niiskelt kaal	Absoluutkuivalt kaal	Kuivalt kaal
	g	g	g	g
2-10-1	112,22	213,24	-	-
2-10-2	116,92	220,23	-	-
2-10-3	116,46	222,19	-	-
2-10-4	112,67	211,5	107,7	120,15
2-10-5	117,65	217,04	112,51	125,45
2-10-6	111,57	217,08	106,66	118,95
2-10-7	111,28	219,38	-	-
2-10-8	115,5	220,67	-	-
2-10-9	108,08	206,39	-	-
2-10-10	113,63	213,52	109,11	121,58
2-10-11	110,38	208,09	105,93	118,1
2-10-12	109,58	203,64	105,19	117,18

Lisa 111. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Renee Tamm,

(sünniaeg 09.08.1989)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

OSB/3 plaadi füüsikaliste ja mehaaniliste karakteristikute muutumine korduvate ligunemis- ja kuivamisperioodide tõttu,

mille juhendaja(d) on Harri Lille ja Regino Kask,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 28.05.2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)